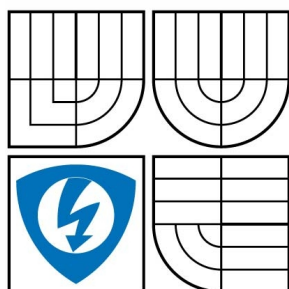


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKACNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

MUTLICASTOVÉ SMĚROVÁNÍ V UMTS SÍTÍCH

Multicast routing in UMTS technology

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Roman Kokeš

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan Šimek

BRNO 2008

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Roman Kokeš

Bytem: Vyskytná 126, 394 05

Narozen/a (datum a místo): 5.3.1984, Jihlava

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

se sídlem Údolní 244/53, 602 00, Brno

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

Prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☐ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP:	Multicastové směrování v UMTS sítích
Vedoucí/ školitel VŠKP:	Ing. Milan Šimek
Ústav:	Ústav Telekomunikací
Datum obhajoby VŠKP:	

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v * :

- ☐ tištěné formě — počet exemplářů 2
- ☐ elektronické formě — počet exemplářů 2

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá multicast přenosy v mobilní síti 3. generace UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). UMTS síť je primárně určena pro datové přenosy a podporuje nové služby jako přenos multimediálních dat v reálném čase. Proto byla síť vybavena i podporou multicast vysílání. Při velkém počtu účastníků sledujících stejný obsah (např. televizní program) je nadměrně zatěžována síť přenosem stejných dat každému účastníkovi zvlášť a také zdrojový server je zatěžován udržováním spojení s každým účastníkem. Proto bylo vyvinuto vysílání jednou cestou ke skupině účastníků, kteří mají zájem o stejná data. Tato podpora se v UMTS sítích podle doporučení vývojové skupiny 3GPP jmenuje MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service).

Tato práce rozebírá funkce této služby v mobilní síti. Nejprve jsou popsány základní mechanismy UMTS sítě a její struktury. Dále se zaměřuje na úpravy jednotlivých uzlů sítě (hlavně SGSN a GGSN) a na nový uzel BM-SC (Broadcast-Multicast Service Center). Tento uzel je základním prvkem pro správu multicast přenosů. Je připojen k serveru, který poskytuje daný obsah a zajišťuje jednotlivé fáze multicast vysílání. Byly vytvořeny nové procedury, které zajišťují multicast vysílání (např. aktivace MBMS služby). Dále se práce zabývá GTP protokolem, který je používán pro přenos řídicích i uživatelských dat ve vytvořených tunelech. Je rozebrána struktura dat a jednotlivé řídicí zprávy protokolu. Závěrečná část se zabývá simulacemi přenosu multimediálních dat v síti UMTS pomocí simulačního prostředí Opnet Modeller.

Klíčová slova: UMTS, multicast, MBMS, BM-SC, Opnet

ABSTRACT

This Master thesis is about multicast in mobile network 3rd generation UMTS(Universal Mobile Telecommunacitions System). UMTS network primary designs for data transfers and supports new services as real-time transfers of multimedia streams. This is reason why mobile network was equiped also with multicast service. When a lot of users want to receive same data (e.g. tv program) the network excessives load of transmission same data and the server have to keep connection to each user. Group 3GGP developed multicast service for UMTS, which name is MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service).

Thesis analyses function of this service in mobile network. First part describes basic principles of UMTS network and its structure. Next part focuses on change of main node (SGSN and GGSN) and of new node BM-SC(Broadcast-Multicast Service Center). This new node is main node for control of multicast transmission. BM-SC connects to server which provides multicast data for users and provisions individual phase of MBMS session. It was created new procedure which supports multicast session (e.g. Activate MBMS service). Next part focuses on GPRS Tunneling Protocol (GTP). This protocol is used for transfers control and user's data in tunnels inside core network. This part describes structure of data and control messages. Last part analyzes multimedia transfers in UMTS with program Opnet Modeller.

Keywords: UMTS, multicast, MBMS, BM-SC, Opnet

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma "Multicastové směrování v UMTS sítích" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení §152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Milanovi Šimkovi za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce.

V Brně dne

.....

Použité zkratky

APN(Access Network Provider) – síťový přístupový bod poskytovatele

BM-SC(Broadcast-Multicast Service Center) – centrum pro řízení broadcast a multicast služeb

HLR(Home Location Register) – domovský registr

GTP - GPRS Tunneling Protocol

IMEI(International Mobile Equipment Identity) – jednoznačný identifikátor mobilního zařízení

IMSI(International Mobile Subscriber Identity) – jednoznačný identifikátor mobilního účastníka

MBMS(Multimedia Broadcast and Multicast Service) – broadcast/multicast služba v UMTS

MSISDN(mobile Subscriber International Service Digital Network) – účastnické číslo mobilního účastníka

NSAPI(Network Service Access Point Identifier) – identifikátor PDP kontextu v mobilní stanici

PDP - Packet Data Protocol

PDU(Protocol Data Unit) – datová jednotka protokolu

QoS(Quality of Service) – kvalita služeb

RAI(Routing Area Identity) – identifikátor směrovací oblasti

RAT(Radio Access Technology) – technologie rádiové přístupové sítě

RNC(Radio Network Controller) – řídící jednotka rádiové sítě

TI(Transaction Identifier) – identifikátor přenosu

TEID(Tunnel End Point Identifier) – identifikátor tunelu

TMGI(Temporary Mobile Group Identity) – dočasný identifikátor mobilní skupiny

3GPP- Third Generation Partnership Project

OBSAH

1	ÚVOD.....	13
2	UMTS SÍŤ.....	14
2.1	STRUKTURA UMTS	15
2.1.1	PÁTEŘNÍ SÍŤ (CORE NETWORK)	16
2.1.2	PŘÍSTUPOVÁ SÍŤ UTRAN	17
2.1.3	PŘENOSOVÉ KANÁLY UMTS.....	20
2.2	MOBILNÍ STREAMING V UMTS.....	21
3	MULTICAST.....	23
3.1	MULTICAST V IP SÍTÍCH	24
3.2	MBMS V MOBILNÍCH SÍTÍCH	25
3.2.1	REFERENČNÍ BOD GMB	27
3.2.2	MULTICAST MÓD.....	28
3.2.3	BROADCAST-MULTICAST SERVICE CENTER (BM-SC).....	31
3.2.4	POŽADAVKY NA JEDNOTLIVÉ PRVKY SÍTĚ.....	33
3.2.5	MBMS ATRIBUTY A PARAMETRY	35
3.2.6	MBMS PROCEDURY	37
4	GTP PROTOKOL.....	49
4.1	GTP ZÁHLAVÍ.....	49
4.2	ZPRÁVY PROTOKOLU GTP.....	51
4.2.1	ZPRÁVY PRO SPRÁVU CESTY	51
4.2.2	ZPRÁVY PRO SPRÁVU TUNELU.....	52
4.2.3	ZPRÁVY PRO SPRÁVU POLOHY.....	55
4.2.4	ZPRÁVY PRO SPRÁVU MOBILITY.....	55
4.2.5	ZPRÁVY PRO MBMS.....	55
5	SIMULACE V OPNETU	56
5.1	ZÁKLADNÍ NASTAVENÍ SIMULACE.....	56
5.1.1	NASTAVENÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ	58
5.2	SIMULACE	60
5.2.1	PŘENOS VIDEA	60
5.2.2	PŘENOS VOIP	62
5.3	PODPORA MULTICAST PŘENOSU	64
5.3.1	GGSN	64
5.3.2	SGSN.....	66
5.3.3	BM-SC.....	67
5.3.4	UE	68
5.3.5	NASTAVENÍ SMĚROVÁNÍ	68
6	ZÁVĚR	70

7	POUŽITÁ LITERATURA.....	72
----------	--------------------------------	-----------

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 2.1 FREKVENČNÍ PÁSMO UMTS.....	14
OBR. 2.2 STRUKTURA UMTS SÍTĚ.....	15
OBR. 2.3 PÁTEŘNÍ SÍŤ (CN).....	16
OBR. 2.4 UTRAN	17
OBR. 2.5 ROZHRANNÍ UTRAN.....	19
OBR. 3.1 POROVNÁNÍ VYSÍLÁNÍ.....	24
OBR. 3.2 ARCHITEKTURA SÍTĚ PRO PODPORU MBMS.....	26
OBR. 3.3 FÁZE MULTICAST SLUŽBY	28
OBR. 3.4 UZEL BM-SC.....	32
OBR. 3.5 STAVY KONTEXTU PŘENOSU	36
OBR. 3.6 AKTIVACE MBMS SLUŽBY	37
OBR. 3.7 START MBMS RELACE	41
OBR. 3.8 MBMS REGISTRACE.....	43
OBR. 3.9 STOP MBMS RELACE	44
OBR. 3.10 DEAKTIVACE MBMS SLUŽBY	46
OBR. 4.1 GTP ZÁHLAVÍ	50
OBR. 4.2 MBMS ZÁHLAVÍ	51
OBR. 5.1 PALETA S OBJEKTY SÍTĚ.....	56
OBR. 5.2 ZAPOJENÍ SÍTĚ.....	57
OBR. 5.3 NASTAVENÍ APLIKACE.....	58
OBR. 5.4 NASTAVENÍ PROFILE_CONFIG	59
OBR. 5.5 ZATÍŽENÍ LINKY GGSN-SGSN	61
OBR. 5.6 ZPOŽDĚNÍ V GTP TUNELU MEZI GGSN-SGSN	61

OBR. 5.7 ZATÍŽENÍ SERVERU.....	62
OBR.5.8 ZPOŽDĚNÍ RTP PAKETŮ.....	63
OBR. 5.9 ODCHYLKY ZPOŽDĚNÍ RTP.....	63
OBR. 5.10 NASTAVENÍ IGMP	68
OBR. 5.11 NASTAVENÍ RP BODU	69

1 ÚVOD

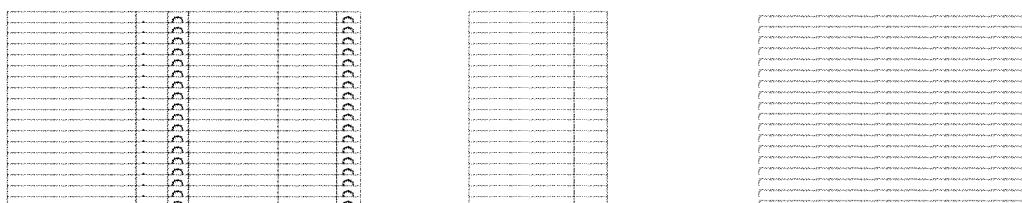
Následující diplomová práce je zaměřena na mobilní síť 3.generace UMTS (Universal Mobile Telecommunacitions System) a jejich využití pro multicast vysílání. Televizní vysílání lze dnes sledovat i prostřednictvím mobilních telefonů, je však realizováno dvoubodovými spoji, nebo-li stejný obsah je posílán zvlášť každému mobilnímu zařízení. Tento přenos je velmi neefektivní při vysokém počtu účastníků sledujících stejný obsah. Zabírá velkou šířku pásma a klade značné nároky na server, který musí udržovat spojení pro každého jednotlivého účastníka. Proto byly mobilní síť 3.generace vybaveny podporou pro skupinové vysílání. Tento mechanismus je znám z pevných sítí a jedná se o vysílání z jednoho zdroje k více příjemcům. Účastníci, kteří mají zájem o stejný druh multimediálních dat, jsou zařazeni do skupin a data k nim vysílána jednou cestou (tunelem). Tento způsob však s sebou přináší několik problémů, a tak bylo nutno provést některé úpravy sítě. Úpravy se týkají systému směrování a také samotné topologie.

Práce se v úvodní části zabývá strukturou a základními mechanizmy fungování UMTS sítě. Druhá část je zaměřena na rozbor multicast přenosů v samotné síti. Tato služba se v UMTS nazývá MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service). Nejprve se zabývá novým uzlem pro podporu MBMS služby a to BM-SC (Broadcast-Multicast Service Center), který zajišťuje funkce pro správu multicast přenosů. Následuje rozbor komunikace při jednotlivých fázích přenosu. Dále se zabývá protokolem GTP(GPRS tunneling protocol), který zajišťuje vytváření přenosových cest(tunelů) a přenosu dat v síti. Závěrečná část se zabývá možnostmi simulace přenosu multimediálních dat v simulačním prostředí Opnet Modeller. Simulace by se měly nejdříve týkat klasického dvoubodového spojení a dále zjistit možnosti prostředí a modelu sítě pro simulace multicast přenosů. Výsledky budou zaneseny do grafů.

2 UMTS SÍŤ

Mobilní sítě 3. generace jsou navrženy tak, aby je bylo možno implementovat na stávající síti 2. generace. Výhodou oproti stávajícím GSM/GPRS technologiím je podpora několika současně aktivních služeb, např. videokonference a stahování emailů zároveň.

Pro mobilní síť 3. generace byla zvolena na rádiovém rozhraní technologie CDMA (*Code Division Multiple Access*). Pro UMTS je použita varianta WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*), širokopásmová přístupová metoda. V CDMA neexistuje žádné časové dělení a všichni uživatelé používají přidělené frekvenční pásmo po celou dobu komunikace. K rozeznání různých uživatelů, kteří používají jedno frekvenční pásmo současně, se používá uživateli přidělený binární kód.. V UMTS je úzko-pásmový uživatelský signál rozprostřen do frekvenčního pásma 5 MHz (šířka kanálu) vynásobením uživatelského bitového toku pseudonáhodnou bitovou sekvencí. Organizace ITU definoval dvě frekvenční pásma párové 1920÷1980 MHz a 2110÷2170 MHz a nepárové 1910 ÷1920 MHz a 2010÷2025 MHz. Později byla přidána další pásma, v Evropě je použitelné pouze pásmo 2500÷2690 MHz.



Frekvenční rozsah	Šířka pásma	Technologie
1900 – 1920 MHz	20 MHz	TD-CDMA
1920 – 1980 MHz	60 MHz	WCDMA uplink
1980 – 2010 MHz	30 MHz	Mobilní družicová služba
2010 – 2025 MHz	15 MHz	TD-CDMA
2110 – 2170 MHz	60 MHz	WCDMA downlink
2170 – 2200 MHz	30 MHz	Mobilní družicová služba

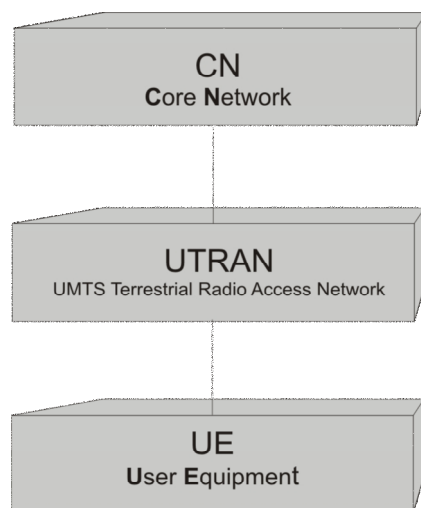
Obr. 2.1 Frekvenční pásma UMTS

Párové pásmo se skládá ze dvou 5MHz kanálů oddělených frekvenčně, jeden kanál je pro uplink od účastnické stanice k základnové a downlink od základnové stanice k účastnické

stanici. Nepárové pásmo využívá jeden 5MHz kanál pro downlink i uplink využitím časového oddělení.

2.1 Struktura UMTS

Na následujícím obrázku je velmi jednoduše zobrazena struktura systému UMTS.

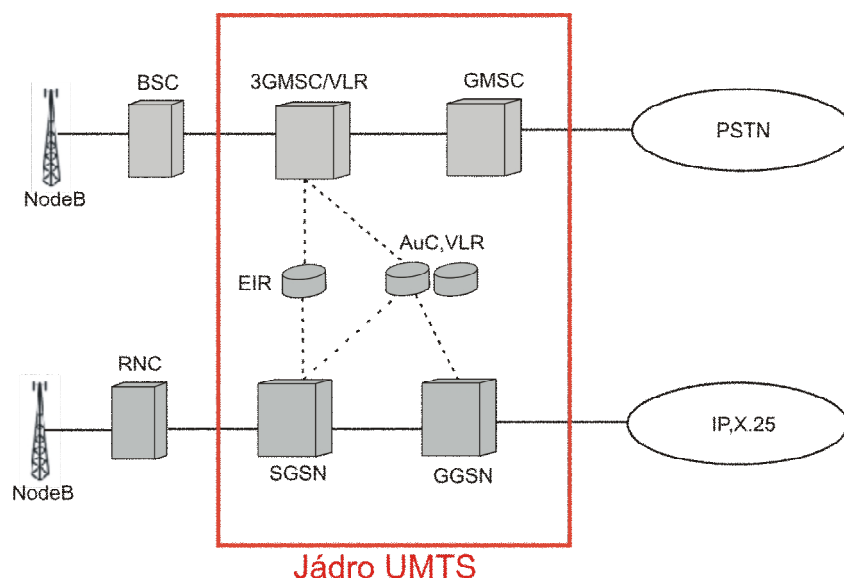


Obr. 2.2 Struktura UMTS sítě

Na nejvyšší úrovni bude použita ATM páteřní síť **CN** (Core Network), dále pak směrem k uživatelům radiová přístupová síť **UTRAN** (UMTS Terrestrial Radio Access Network) a konečně uživatelé budou přistupovat k UMTS síti pomocí uživatelských terminálů **UE** (User Equipment). Mezi těmito entitami byly definovány rozhraní **Iu** (mezi CN a UTRAN) a **Uu** (mezi UTRAN a UE). V porovnání se systémem GSM odpovídá přístupové síti UTRAN subsystém základnových stanic BSS a páteřní síti (jádro) CN odpovídá síťový spojovací subsystém NSS.

Hlavní funkcí CN je spojování hovorů a směrování paketů. Existuje několik možných provedení CN, jednotným požadavkem však je dostatečná přenosová kapacita. Součástí této páteřní sítě jsou také databázové funkce a funkce síťového managementu. Přístupová síť UTRAN je částí systému, se kterým prostřednictvím rádiového rozhraní komunikují jednotlivé uživatelské terminály. Samozřejmě ani v systému UMTS není možná komunikace jednotlivým mobilních stanic přímo mezi sebou. Uživatelský terminál UE nepatří do UTRAN ani do žádné jiné části systému, ale jedná se o samostatnou součást systému UMTS.

2.1.1 Pátevní síť (Core Network)



Obr. 2.3 Pátevní síť (CN)

Jádro sítě CN (Core Network), jinak též pátevní síť, provádí spojovací funkce (propojení účastníků, směrování paketů), udržuje a aktualizuje důležité uživatelské informace (poloha, bezpečnost, účtování) a zajišťuje spojení do dalších sítí (ISDN, X.25, PSTN, Internet, ...). Jádro sítě UMTS je rozděleno na dvě domény - doména CN s přepojováním okruhů (**Circuit Switched Domain**) a doména PN s přepojováním paketů (**Packet Switched Domain**). Tyto dvě domény některé části sdílejí, jiné náleží pouze jedné doméně. Doména CS obsahuje telefonní ústředny MSC a GMSC, které mohou být s určitými změnami převzaty ze současných GSM sítí. Paketově orientovaná doména PS je složena z uzlů pro podporu GPRS (GSN), tedy SGSN a GGSN, které se vyvinuly ze sítě GPRS. Všechny tyto bloky plní funkce podobné jako u starších systémů GSM/GPRS.

I zde je opět definováno několik logických rozhraní. Mnoho z nich je převzato ze sítí GSM/GPRS, několik nových rozhraní přibýlo. Konkrétně se jedná o rozhraní vůči přístupové síti UTRAN, tedy Iu-PS a Iu-CS. Mezi důležitá rozhraní patří například rozhraní Gn propojující jednotlivé uzly GSN. Rozhraní Gi umožňuje propojení s externími sítěmi založenými na protokolech IP nebo X.25. Další rozhraní jsou použita pro přenos signalizačních dat a jsou shodná s rozhraními v sítích GSM/GPRS. Pro spolupráci jednotlivých UMTS sítí a pro podporu roamingu je třeba definovat ještě rozhraní Gp. Rozhraní Gp slouží k propojení sítě s dalšími pozemskými mobilními telekomunikačními sítěmi PLMN (doména s přepojováním paketů) s pomocí brány BG (Border Gateway)

Celé jádro sítě (paketově orientovaná doména) pracuje na protokolu IP a z pohledu externí IP sítě se uzel GGSN jeví jako běžný IP směrovač (router). Pro podporu a správnou funkci protokolu IP by měl být v síti operátora dále provozován firewall, tedy ochrana proti nežádoucímu vniknutí z externích sítí, dále služba doménových jmen DNS (Domain Name Server) a určitým způsobem musí docházet k přidělování IP adres jednotlivým zařízením. Tuto funkci může plnit GGSN nebo také server DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).

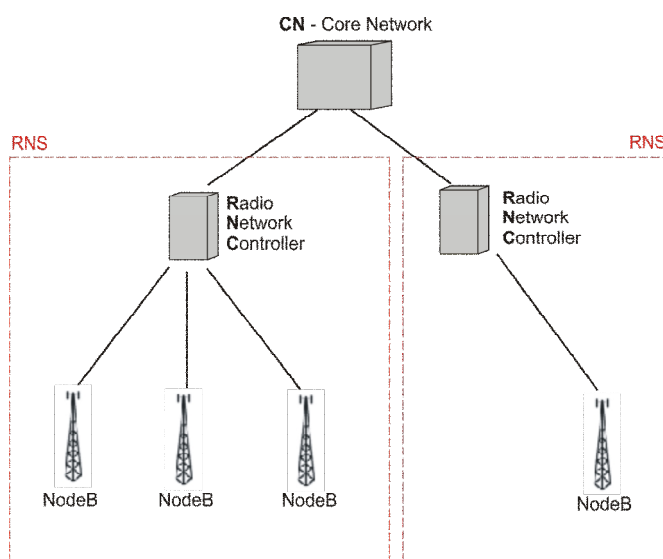
2.1.2 Přístupová síť UTRAN

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) je síť rádiového přístupu pro UMTS. UTRAN představuje tu část sítě, která umožňuje uživatelům mobilní přístup ke službám poskytovaným páteří sítě CN pomocí rádiového prostředí. V této souvislosti plní dvě hlavní funkce : zprostředkování rádiového přenosu a řízení a přidělování rádiových kanálů. Pro splnění těchto funkcí jsou definovány dvě základní jednotky :

Node B: Jedná se o základnovou stanici systému UMTS (obdoba BTS v systému GSM)

Radio Network Controller - Řídící jednotka rádiové sítě (obdoba BSC v systému GSM)

Funkce těchto jednotek a rozhraní mezi nimi jsou popsány, jejich fyzická implementace již závisí na jednotlivých výrobcích. Na následujícím obrázku je orientačně zobrazena rádiová přístupová síť **UTRAN**.



Obr. 2.4 UTRAN

Celá síť UTRAN se skládá z několika subsystémů rádiových sítí **RNS** (Radio Network Subsystem). Každý tento subsystém řídí jednotka RNC, která je dále přes rozhraní Iu napojena na páteřní síť CN (mohou existovat i RNS, které nemají přímé napojení na CN, ale pouze na sousední RNS). Jedna jednotka RNC má na starost rádiové zdroje a jejich management pro určitou geografickou oblast, rozdělenou na jednotlivé buňky. O pokrytí těchto buněk rádiovým signálem se starají základnové stanice, které se v systému UMTS nazývají Node-B. Při každém uskutečněném spojení pracuje jeden subsystém RNS jako tzv. Serving RNS (obsluhující). Jedná se o RNS, který v průběhu spojení komunikuje s CN. V případě přechodu účastníka do oblasti jiného RNS, slouží tento nový RNS jako tzv. Drift RNS. Úkolem Drift RNS je podpora pro Serving RNS tím, že dodává rádiové prostředky v době, kdy spojení mezi UTRAN a mobilním terminálem vyžaduje použití buněk, kontrolovaných tímto RNS. V případě, že Drift RNS má přímé připojení k CN, může později převzít úlohu Serving RNS.

Node-B

Tato základnová stanice obsahuje rádiové přijímače a vysílače, anténní systém obsluhující jednu nebo více buněk a slouží jako jednotka, zprostředkující přenos dat mezi rádiovým rozhraním na jedné straně a pozemskou fixní částí sítě na straně druhé. Node-B také může podporovat různé přenosové režimy (W-CDMA, TD-CDMA). Dále jsou uvedeny základní funkce jednotky Node-B :

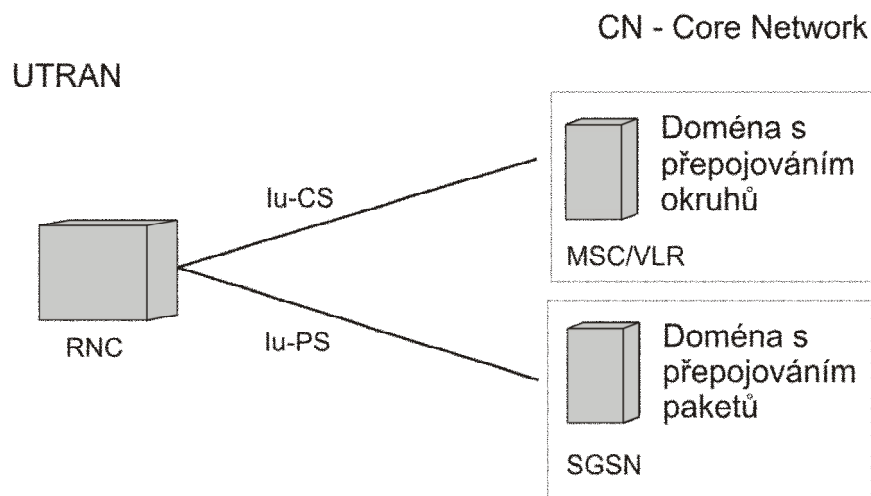
- Modulace / Demodulace
- Vysílání / Příjem
- Kódování CDMA fyzických kanálů
- Mikro diverzita
- Ochrana proti chybám
- Řízení výkonu (Closed Loop Power Control - Zpětná uzavřená smyčka)

RNC

Funkčnost několika základnových stanic Node-B kontroluje a ovládá řídicí jednotka rádiové sítě RNC. RNC má na starost přidělování rádiových kanálů a je důležitou jednotkou sledující a registrující mobilitu účastníka. funkce RNC jsou následující :

- Řízení rádiových prostředků

- Přidělování rádiových kanálů
- Kontrola přístupu (zabezpečení)
- Šifrování
- Řízení handoveru
- Řízení výkonu (Open Loop Power Control - Zpětná otevřená smyčka)
- Makro diverzita
- Segmentce / Zpětné slučování (SAR - Segmentation and Reassembly)



Obr. 2.5 Rozhraní UTRAN

V přístupové síti UTRAN jsou definovány čtyři logická rozhraní, která propojují jednotlivé funkční jednotky této sítě a propojují UTRAN s dalšími komponentami systému UMTS :

Iu mezi RNC a CN

V případě propojení UTRAN a domény CN s přepojováním okruhů (Circuit Switched Domain) je potom toto rozhraní nazváno Iu-CS a koncovým bodem je ústředna MSC třetí generace, v případě propojení RNC na doménu s přepojováním paketů se jedná o rozhraní Iu-PS a koncovým bodem je uzel SGSN (Serving GPRS Support Node).

Uu mezi Node-B a Uživatelským terminálem UE

Iub mezi RNC - Node-B

Íur mezi RNC - RNC

Komunikace na těchto rozhraních je popsána souborem protokolů na jednotlivých vrstvách v souladu s principem vrstevného modelu OSI. Všechna tato rozhraní jsou využita pro přenos signalizace i informačních dat, soubor protokolů je proto rozdělen na dvě roviny - řídicí (control plane) a uživatelskou (user plane). Přístupová síť UTRAN využívá na těchto rozhraních technologii ATM (Asynchronous Transfer Mode)

2.1.3 Přenosové kanály UMTS

Všechny entity jsou řízeny pomocí RRC (Radio Resource Control) – řízení radiových prostředků (nebo také vrstva 3), který poskytuje servisní přístupové body SAP pro vyšší vrstvy. Vrstva 2 poskytuje různé rádiové kanály pro transport uživatelských dat. Všechny provoz včetně RRC signalizace je směrován přes RLC (Radio Link Control) – řízení rádiového spoje a MAC (Medium Access Control) – řízení přístupu k médiu přes transportní kanál do fyzické vrstvy (vrstva 1). Fyzická vrstva zajišťuje vyšším vrstvám spolehlivý přenos dat. Zakládá, udržuje a ukončuje fyzické radiové spojení různých požadavků z RRC vrstvy.

Logické kanály

Rádiové rozhraní UMTS má logické kanály, které se mapují do transportních kanálů. Převod logických do transportních kanálů probíhá v MAC vrstvě. Struktura kanálů v UMTS není symetrická. Některé kanály je možné použít v uplinku (UP), některé v downlinku (DW) a některé pro skupinové vysílání (Uni-direction). Do stávajících logických kanálů byly přidány tři nové pro podporu MBMS služeb.

Tab. 2.1. Logické kanály

Zkratka	Popis	Směr přenosu
BCCH	Broadcast Control Channel	DW
CCCH	Common Traffic Channel	Uni-direction
DCCH	Dedicated Control Channel	DW/UP
DTCH	Dedicated Traffic Channel	DW/UP
PCCH	Paging Control Channel	DW
MCCH	MBMS point-to-multipoint Control Channel	DW/UP
MSCH	MBMS point-to-multipoint Schedulink Channel	DW/UP
MTCH	MBMS point-to-multipoint Traffic Channel	DW

Transportní kanály

V UMTS transportní vrstva zajišťuje způsob přenosu dat z vyšší vrstvy. To zahrnuje bezchybný přenos pomocí protichybového zabezpečení a zabezpečení QoS parametrů jako například propustnost, počet chyb a zpoždění. Tyto kanály jsou pak dále mapovány do fyzických kanálů.

Tab. 2.2. Transportní kanály

Zkratka	Popis	Směr přenosu
BCH	Broadcast channel	DW
CPCH	Common Packet Channel	DW
DCH	Dedicated Channel	DW/UP
DSCH	Downlink Shared Channel	DW
FACH	Forward ACCESS Channel	DW
PACH	Packet Channel	UP
RACH	Random Access Channel	DW

Fyzické kanály

Fyzické kanály jsou radiové linky mezi fyzickými vrstvami komunikujících entit, jako je uživatel a Node-B. V systémech WCDMA se používají dva typy fyzických kanálů a to Data transport channel, který přenáší data z vyšších vrstev a Control channel, který se používá pro signalizaci mezi fyzickými vrstvami uživatelů a UMTS systémem.

2.2 Mobilní streaming v UMTS

Streaming znamená schopnost aplikace přehrávat audiovizuální data v kontinuálním přenosu mezi zdrojem a koncovým uživatelem bez ukládání dat v mobilním zařízení. Streaming přes pevnou IP síť je v dnešní velmi rozšířenou službou. 3. generace mobilních sítí umožňuje streaming díky packet-switched streaming service (PSS). Video streaming je v UMTS definován jako jednorázový stream, který obsahuje základní sadu řídicích protokolů, transportních protokolů a media kodeků. Mobilní uživatel obdrží univerzální zdrojový identifikátor (URI) pro specifikaci obsahu vhodného pro daný terminál. Identifikátor URI se může získat z prohlížeče WWW stránek, přes prohlížeč WAP stránek nebo být zadán ručně. URI specifikuje streaming server a adresu daného obsahu na tomto serveru.

Jak už bylo řečeno UMTS je vytvořena pro datové přenosy. Pro streaming jsou

doporučeny protokoly IP/UDP/RTP. IP protokol, který je nespojově orientovaný, pracuje s každým paketem zvlášť. Pro streaming se v IP sítích používá protokol UDP. RTP protokol zajišťuje přenos real-time dat mezi koncovými body, jako například video.

Jestliže PSS klient podporuje příjem video signálu může podporovat následující video kodeky.

- H.261
- H.263 Profile 3 Level 45
- MPEG-4 – s rozlišením 352 x 288 pixelů, maximálně 30 snímků za sekundu
- H.264(AVC)

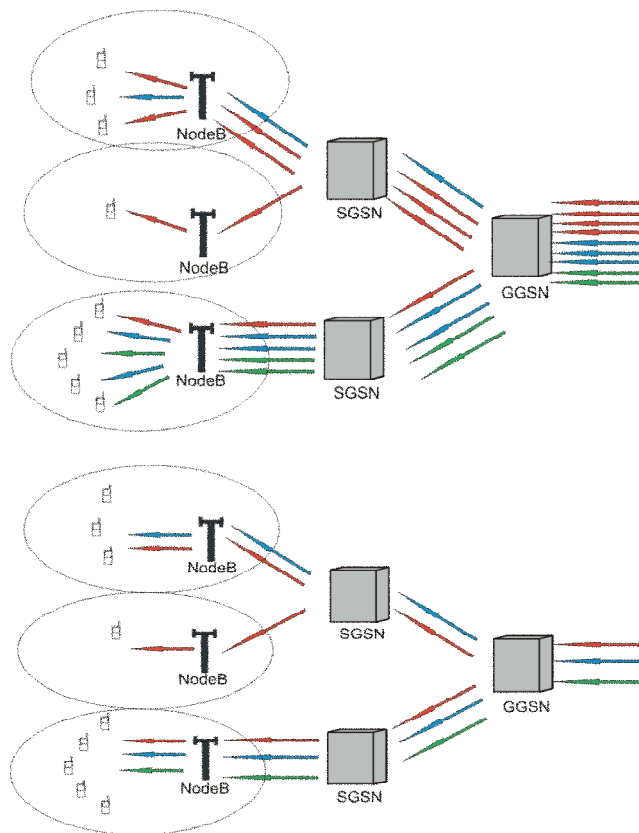
V dnešní době na území ČR používá jediný operátor tuto službu pro přenos televizního vysílání do UMTS terminálů. Tato služba je zatím prováděna pouze dvoubodovým vysíláním. Většina operátorů ve světě (asi 90%) nemá vybudovanou podporu pro multicast vysílání v rámci sítí 3G, proto do budoucna není možné razantní navyšování účastníků, kvůli omezené přenosové kapacitě sítě. Podle odhadů by se měl počet zákazníků, kteří vyžadují přenos mobilní televize v 3G sítích mezi roky 2007 a 2010 zvýšit desetkrát (podle společnosti *Analysys*) [8]. Využití přenosu televizního vysílání přes mobilní síť také závisí na rozšíření ostatních technologií. V rámci budoucnosti má v Evropě největší perspektivu zřejmě upravená technologie z digitálního pozemního vysílání DVB-H. Již dnes jsou na trhu mobilní přístroje, které tuto technologii podporují.

3 MULTICAST

Služby jako telefonie a stahování jsou založeny na komunikaci bod – bod. V telefonii jsou koncové body telefonní přístroje, při datových přenosech je to spojení klient-server. Broadcast a Multicast jsou na druhou stranu založeny na skupinovém vysílání, kde datový paket je vyslán z jednoho zdroje k více příjemcům. Termín Broadcast znamená vysílání ke všem příjemcům, například rádiové a televizní vysílání. Multicast je služba, která zajišťuje doručení dat k příjemcům, kteří se připojili do určité skupiny. Obvykle je multicast skupina taková skupina, která se zajímá o stejný druh dat například zprávy, sport apod.. V sítích, které podporují multicast vysílání je to velice efektivní přenos dat velké skupině uživatelů. Skupiny 3GPP (Third-generation Partnership Project) a 3GPP2 (Third-generation Partnership Project2) začaly vyvíjet broadcast/multicast přenosy v GSM/WCDMA. Skupina 3GPP pracující na sítích WCDMA to nazvala Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS), skupina 3GPP2 pracující na CDMA2000 Broadcast and Multicast Service (BCMCS). Obě specifikace mají mnoho společného, další text se zabývá jen první variantou (MBMS). Podpora MBMS služeb znamenalo udělat jen malé změny v již existujících mechanismech sítě. Tyto malé změny v sítích a terminálech znamenají, že tato technologie není příliš drahá v porovnání s implementací v ostatních druzích sítí. Další výhodou je implementaci nových služeb jako mobilní televize, která přinese další zisky poskytovatelům. Nabízí to také možnost poskytovatelům nabízet všechny tři služby jako je mobilní internet, televize a telefonie.

Před zavedením broadcast/multicast služeb v sítích bylo doručování mobilní TV řešeno přes bod – bod spojení. V důsledku toho musel server ustanovit pro každého jednotlivého účastníka jedno spojení. Toto není problém pro malý a střední počet účastníků, ale pro velký počet to již problém začal být. Pro příklad stahování žebříčku aktuálních 10 nejlepších skladeb do uživatelského telefonu. Vezmeme-li v úvahu 50000 účastníků, každý se průměrně připojí rychlostí 128 kb/s a každý soubor má velikost zhruba 3MB. Při každé změně obsahu musí být skladba doručena uživatelům. Jestliže server dokáže ustanovit pouze 1000 připojení, bude trvat stažení skladby pro všechny uživatele 2,5 hodiny [3]. Tento počet účastníků je malý vzhledem k počtu zákazníků jednotlivých operátorů. Vezmu-li v úvahu real-time služby, jako mobilní TV, musel by server obsluhovat 50000 připojení. Toto je sice technicky možné, ale ekonomicky velice nevýhodné. Problém je v mnohonásobném vytváření a posílání stejného obsahu ve stejný čas. Tento problém je vidět u účastníků ve stejné buňce, kteří přijímají stejná data. Používání bod-bod spojení je nevýhodné, zde je potřeba využití

point-to-multipoint spojení. Na obrázku 3.1 je vidět výhoda skupinové vysílání, kdy v horní části je dvoubodový přenos každého toku dat zvlášť pro každého příjemce. Do sítě proto vstupuje stejný tok několikrát. Ve spodní části je skupinové vysílání, kde do sítě vstupuje každé skupinové vysílání jen jedno a podle potřeby jsou směrovány k cíli.



Obr. 3.1 Porovnání vysílání

3.1 Multicast v IP sítích

Technologie skupinového vysílání (multicast) byla vyvinuta hlavně pro komunikace jednoho zdroje s více příjemci, kteří přijímají stejná data. Jak bylo řečeno výše, hlavní výhody dnes plynou s použitím v přenosu multimediálních dat v reálném čase, kdy stejný obsah je posílán všem uživatelům, kteří se připojili do určité skupiny (chtějí sledovat např. stejný televizní kanál). Další možností je rozesílání různých informací (např. textové upozornění) všem uživatelům, bez zbytečného opakování vysílání stejných dat. Výhoda této technologie spočívá v odstranění zbytečné zátěže zdroje a přenosové cesty. Zdroj dat nevysílá data každému účastníkovi, vyšle data pouze jednomu na speciální skupinovou IP adresu a prostředky sítě zabezpečí doručení dat všem příjemcům. Pro skupinovou IP adresu je

definována adresa v třídě D a to 224.0.0.0 – 239.255.255.255. Zdroj vysílá data na skupinovou adresu se svoji vlastní adresou. Při skupinových vysíláních v rámci několika propojených sítí musí směrovače udržovat informace o skupinách v sítích, které jsou k němu připojeny. K tomu se využívá protokol IGMP (Internet Group Management Protocol) s jehož pomocí se zjišťuje zájem stanic o skupinové vysílání. Směrovač rozesílá dotaz do připojených sítí a zjišťuje zájem stanic o připojení k různým skupinám. Dotazy jsou posílány na speciální skupinovou IP adresu 224.0.0.1. Jako další problém je směrování různých skupinových toků ke všem příjemcům. Směrovače musí hledat optimální cestu od zdroje vysílání k cíli. Tento směrovací strom se bude měnit vlivem počtu připojených účastníků k jednotlivým zdrojům skupinového vysílání. Poskytování služby skupinového vysílání pro mobilní uživatele je složitý problém z několika důvodů. Již dvoubodové směrování k mobilním uživatelům, kteří se pohybují mezi různými lokacemi, je obtížné. Všechny doposud řešené směrovací protokoly pracovali pouze se stacionárními uživateli, kde byl definován strom pro doručování skupinového vysílání. Směrovací stromy používané pro statické uživatele nejdou jednoduše přepracovat pro práci s mobilními uživateli. Jako poslední problém vyskytující se u většiny bezdrátových aplikací je malá šířka pásma a zvýšená chybovost při časté změně pozice uživatele.

3.2 MBMS v mobilních sítích

MBMS je služba pro vícebodový přenos, kde data jdou odesílány z jednoho zdroje k více příjemcům. Posílání stejných dat pro více příjemců umožňuje sdílení síťových prostředků.

Služba MBMS umožňuje dva módy:

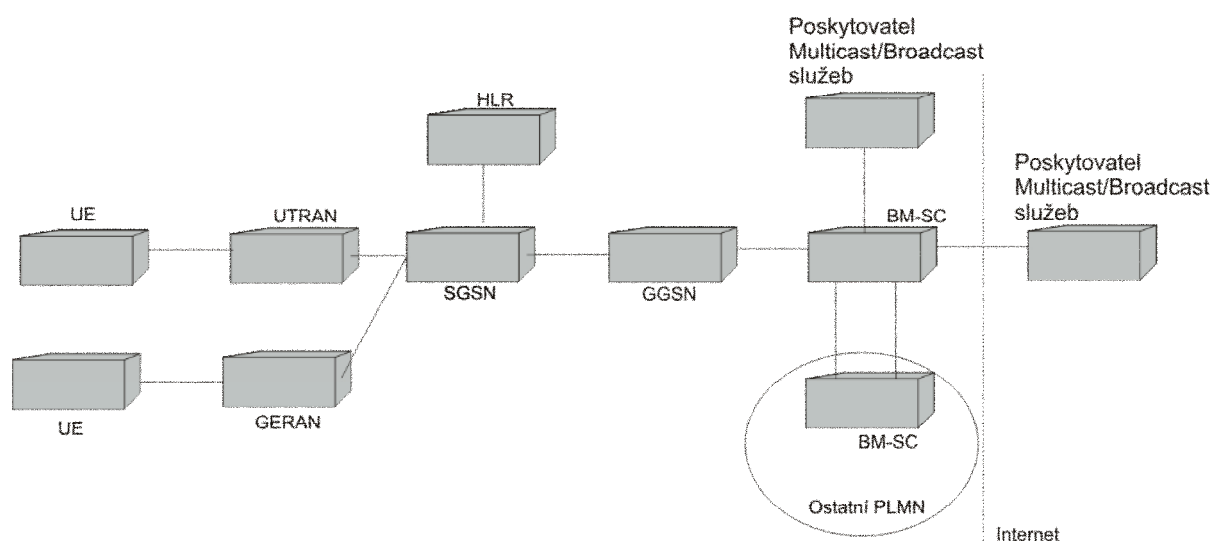
- Broadcast mód
- Multicast mód

MBMS architektura umožňuje efektivní využívání prostředků přístupové a páteřní sítě. Je realizována jako doplněk několika nových vylepšení do existující uzlů architektury UMTS a přidáním nového uzlu do struktury sítě.

Existující uzly domény pro přepojování paketů (GGSN, SGSN, UTRAN, GERAN a UE) jsou rozšířeny pro poskytování MBMS služeb. Tato služba má za cíl poskytovat doručování IP multicast datagramů z Gi referenčního bodu do koncového zařízení (UE) se zajištěnou QoS. Jako řídicí mechanismu tato služba poskytuje:

- řízení MBMS služby při aktivace ze strany UE (pouze v multicast módu)
- pro autorizaci uživatele MBMS služby
- poskytování kontroly pro zahajování a ukončování relace ponechanou na uživateli MBMS služby a řízení prostředků pro distribuci MBMS dat

Jednotlivé instance služby jsou identifikovány pomocí IP multicast adresy a APN síťového identifikátoru. Rozhraní MBMS služby jsou dány v referenčních bodech Gmb a Gi, které poskytují přístup do funkcí řídicích mechanismů. Funkční uzel, BM-SC (Broadcast Multicast Service Center), poskytuje funkce pro uživatele MBMS služby. BM-SC funkce mohou být pro rozdílné uživatele podporovány ze stejného nebo rozdílného fyzického prvku sítě.



Obr. 3.2 Architektura sítě pro podporu MBMS

Pro MBMS služby se používá paketově orientovaná část sítě, vycházející ze struktury GSM/GPRS. Doplněna byla o uzel BM-SC pro podporu a řízení broadcast/multicast služeb. Hlavní prvky jsou GSN uzly a to SGSN uzly a GGSN uzel.

SGSN (Serving GPRS support node) – Prvek, který má na starosti směrování paketů, monitorování polohy stanic, šifrování a ověřování IMEI. Mobilní stanice jsou obsluhovány SGSN uzlem, v jehož oblasti se nacházejí.

GGSN(Gateway GPRS support node) – Prvek, který je rozhraním mezi externí sítí a mobilní sítí. Z pohledu externí sítě se jedná o bránu, která vlastní všechny IP adresy všech účastníků v síti. Zajišťuje také směrování do různých SGSN uzlů.

HLR (Home location register) – Domovská databáze účastníků sítě. Obsahuje informace o SIM kartě(IMSI) a ID telefonu (IMEI).

BM-SC (Broadcast Multicast Service Centre) – Centrum Broadcast/Multicast služeb. Centrum, které poskytuje Broadcast/Multicast služby v síti. Poskytuje funkce jako například vytvoření, přenos dat, zabezpečení.

3.2.1 Referenční bod Gmb

Signalizace mezi GGSN a BM-SC je prováděna v Gmb referenčním bodě. Tento bod reprezentuje hranice v síti pro MBMS služby z pohledu řídicích mechanismů. Obsahuje specifickou signalizaci od uživatele a signalizaci samotné služby.

Signalizace MBMS přenosové služby:

- GGSN uzel ustanovuje MBMS kontext a registruje se v uzlu BM-SC.
- GGSN uzel nebo BM-SC uzel deaktivuje MBMS kontext a odregistruje GGSN z BM-SC uzlu.
- BM-SC indikuje start nebo stop relace do GGSN, včetně potřebných parametrů jako QoS a oblast působení MBMS služby.

Uživatelská signalizace

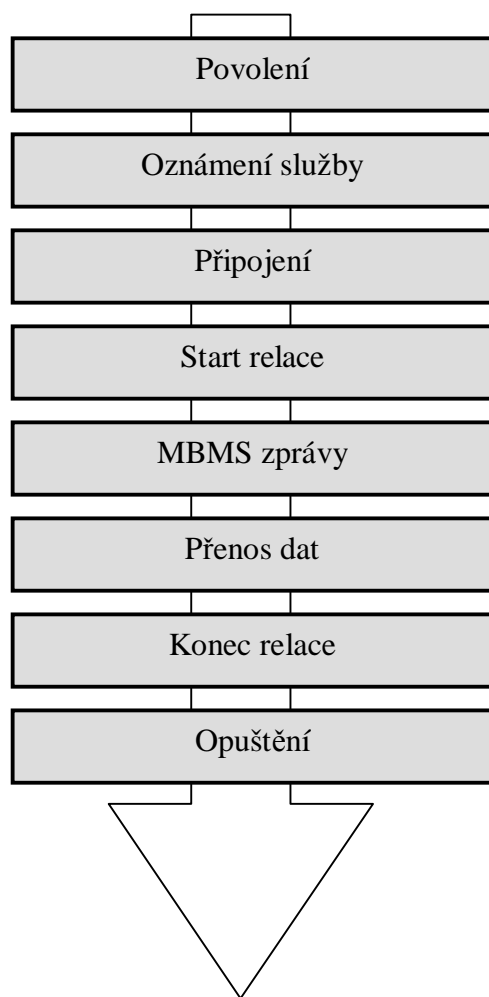
- BM-SC autorizuje přihlášení uživatele do MBMS služby v GGSN.
- GGSN podává zprávu do BM-SC o úspěšné aktivaci multicast služby pro povolení BM-SC k synchronizaci BM-SC MBMS kontextu s MBMS UE kontextem v SGSN a GGSN.
- GGSN podává zprávu do BM-SC, když je uživatelská služba deaktivována. GGSN vytváří tuto zprávu, aby synchronizoval BM-SC MBMS UE kontext s MBMS UE kontextem v SGSN a GGSN.

BM-SC uzel zahajuje deaktivaci uživatelské služby, když je tato služba ukončena. BM-SC funkce pro rozdílné služby MBMS mohou být poskytovány rozdílnými fyzickými uzly sítě. Proto signalizace jak uživatelská tak i samotné služby pro stejnou MBMS službu

mohou být poskytovány různými fyzickými prvky. Pro umožnění této distribuce BM-SC funkcí, Gmb protokol musí podporovat použití proxy funkce pro správné směrování rozdílné signalizace do GGSN.

3.2.2 Multicast mód

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny jednotlivé fáze přenosu MBMS služby. Fáze povolení, připojení a opuštění je provedená uživateli. Ostatní fáze jsou provedeny službou pro všechny uživatele, kteří se zajímají o tuto relaci. Sekvence fází se mohou opakovat, záleží pouze na potřebě přenášení dat.



Obr. 3.3 Fáze multicast služby

Povolení

Ustanovuje vazbu mezi uživatelem a poskytovatelem služby, který povoluje uživateli příjem MBMS multicast služby. Povolení služby je souhlas uživatele se službou nabízenou poskytovatelem. Informace o povolení jsou uloženy v BM-SC prvku.

Oznámení služby

Mechanismus oznámení MBMS uživatelské služby dovoluje uživatelům požadovat nebo být informováni o dostupných službách. To zahrnuje jak služby daného operátora, tak i služby z vnějšku mobilní sítě. Oznámení služby je použito pro distribuci informací uživatelům, které obsahují požadované parametry pro aktivaci dané služby(např. IP multicast adresa, čas startu atd.). Operátoři a poskytovatelé mohou zvážit několik možností použití. Může to zahrnovat standardní mechanismy jako SMS nebo v závislosti na možnostech terminálů, aplikace které podporují uživatelské dotazování. Metody pro informování uživatelů o MBMS službách mohou být založeny na poloze jednotlivých uživatelů (například oblast jedné buňky). Uživatelé, kteří nebyli informováni o MBMS službě, by měli být schopni se o této službě dozvědět a připojit se.

Následující mechanismy mohou být použité pro oznamování o MBMS službách:

- Vsesměrové posílání SMS v rámci jedné buňky pro inzerování dostupných MBMS služeb.
- MBMS broadcast mód pro inzerování MBMS multicast/broadcast služeb.
- MBMS mulicast mód pro inzerování MBMS multicast/broadcast služeb.
- PUSH mechanismus (WAP, SMS-PP, MMS).
- URL(HTTP, FTP)

Připojení

Připojení k relaci (MBMS aktivována uživatelem) je proces, při kterém se účastník připojí(stane se členem) multicast skupiny, tzn. uživatel ohlašuje do sítě, že chce přijímat multicast data ze specifické MBMS služby. MBMS uživatelská služba může být přenášena více než jednou MBMS přenosovou službou. V tomto případě UE zahájí příjem relevantních MBMS přenosových služeb.

Start relace

Start relace je bod, kdy je uzel BM-SC připraven posílat data. Start relace může nastat nezávisle na aktivaci služby uživatelem. Uživatel může aktivovat službu před i po startu relace. Start relace je spuštění rezervace přenosových prostředků pro přenos MBMS dat.

MBMS zprávy

Informuje UE o chystaném MBMS multicast přenosu dat.

Přenos dat

V této fázi jsou přenášeny MBMS data.

Konec relace

V tomto bodě BM-SC nemá žádné další MBMS data na odeslání pro určitý časový interval. Tento interval musí být dost dlouhý, aby bylo možno uvolnit prostředky sítě potřebné pro tuto relaci. Po ukončení relace jsou tedy uvolněny prostředky sítě.

Opuštění

Opuštění (MBMS multicast deaktivace uživatelem) je proces, při kterém uživatel opouští multicast skupinu a již nechce dále přijímat multicast data.

Doby mezi jednotlivými fázemi relace

- Interval mezi oznámením služby a startu relace – Oznámení služby obsahuje čas, kdy bude služba spuštěna a posláno nějaký čas předtím, než začne samostatná relace. Tento interval může být hodiny, dny a dokonce i týdny.
- Interval mezi oznámením služby a povolením - Povolení může být uděleno kdykoli před i po oznámení služby.
- Interval mezi oznámením služby a připojením – Čas připojení k relaci je vždy na uživateli, proto může být tento interval dlouhý, ale i velmi krátký. Pro předcházení problémům při připojení velkého množství uživatelů v jeden čas, UE by mělo být schopno z informací poslaných z BM-SC během oznámení služby zvolit náhodný čas připojení.
- Interval mezi připojením k relaci a startu relace – Některé MBMS přenosové služby mohou mít větší prioritu, v tomto případě je připojení možné okamžitě po oznámení

služby a i několik hodin před. V ostatních případech, jestliže je znám čas startu relace, připojení může být zvoleno bezprostředně před nebo po startu relace. Pro tyto služby může oznámení služby obsahovat několik údajů o časových intervalech, které může uživatel a UE zvolit jako čas pro připojení.

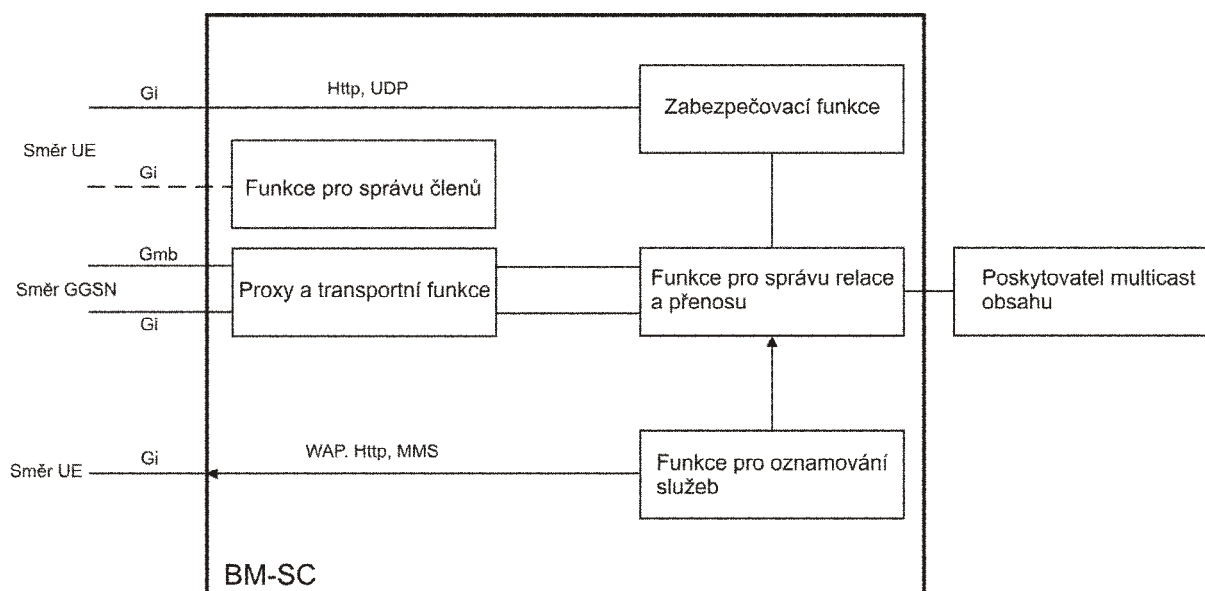
- Interval mezi startem relace a prvními příchozími daty – Start relace indikuje chystaný přenos dat. Časový interval mezi startem relace a aktuálními daty by měl být dostatečně dlouhý pro činnosti, které musí síť vykonat při startu relace tzn. poskytnutí informací do UTRAN, ustanovení MBMS přenosové služby. Start relace by měl být spouštěn definovaným oznámením z BM-SC.
- Interval mezi startem a koncem relace – Když je BM-SC známo, že nebudou posílána data po určitý časový interval, může indikovat stop relace do sítě pro uvolnění síťových prostředků. Jestliže je interval bez dat k odeslání krátký, není vhodné indikovat stop relace, což by byla zbytečná signalizace a procesy navíc. Doba, která odpovídá dlouhému časovému intervalu, záleží na dané implementaci v síti.

3.2.3 Broadcast-Multicast Service Center (BM-SC)

BM-SC uzel poskytuje funkce pro poskytnutí a doručení MBMS uživatelské služby. Slouží jako vstupní bod pro poskytování MBMS přenosu, používá se k autorizaci a zahájení MBMS přenosové služby v mobilní síti. BM-SC je funkční uzel, který musí existovat pro každou uživatelskou MBMS službu.

BM-SC se skládá z pěti funkcí:

- Funkce pro správu členů
- Funkce pro správu relace a přenosu
- Proxy a transportní funkce
- Funkce pro oznamování služeb
- Zabezpečovací funkce



Obr. 3.4 Uzel BM-SC

Funkce pro správu členů

BM-SC funkce pro správu členů poskytuje autorizaci pro UE vyžadující aktivaci MBMS služby. Dále také spravuje systém účtování pro jednotlivé členy.

Funkce pro správu relace a přenosu

Tato funkce plánuje přenosy v rámci MBMS relace. BM-SC musí zajišťovat opětovný přenos a popis každé relace MBMS identifikátorem relace, který dovoluje UE rozpoznat opětovný přenos v rámci relace. Každý přenos a následující opětovný přenos určité MBMS relace jsou identifikovány MBMS identifikátorem relace (2-3 oktety), který prochází aplikační vrstvou obsažený v datech a ve zkrácené formě (nejméně významný oktet) v požadavku na začátek relace do RNC. Celý MBMS identifikátor relace by měl být použit UE jako identifikace relace, když je prováděna dvoubodová oprava. Funkce pro správu relace a přenosu by měl poskytnout uzel GGSN s přiřazenými parametry přenosu (např. QoS) a MBMS servisní oblastí. Dále musí zajišťovat zahájení a ukončení rezervace síťových prostředků před a po přenosu dat, musí zajistit posílání dat s dostatečnými metodami proti vzniku chyb, konkrétně kodeky a dopřednou opravou chyb. Musí také být schopen ověřit a autorizovat vnější zdroje a povolit jejich obsah.

Proxy a transportní funkce

Tato funkce má význam proxy agenta určeného pro signalizaci přes Gmb mezi GGSN a ostatními funkcemi BM-SC. Tato funkce musí být schopna pracovat, i když funkce BM-SC pro různé MBMS služby jsou poskytovány několika fyzickými uzly sítě. Směrování různé signalizace musí být transparentní pro GGSN.

Musí být také schopna vytvářet účtovací záznamy pro poskytovatele dat o přenesených datech. Jméno poskytovatele je přeneseno přes Gmb při startu relace. Může také jednat jako prostředník pro data poslaná z BM-SC do GGSN.

Funkce pro oznamování služeb

Služba, která zajišťuje poskytnutí oznámení služby pro multicast a broadcast MBMS uživatele. Poskytuje UE popis přenášených typů medií jako část uživatelské služby. Tyto informace a popis relace jsou přenášeny pomocí IETF protokolu.

Následující mechanismy jsou podporovány pro oznámení služby. Oznamování je vždy spouštěné z uzlu BM-SC, ale nemusí být nutně posíláno z téhož uzlu.

- MBMS přenosové funkce pro ohlášení služby
- PUSH mechanismus (WAP PUSH)
- URL (WAP, HTTP)
- SMS
- SMS-CB – broadcast v rámci jedné buňky

Funkce pro zabezpečení

Tato funkce integruje zabezpečení pomocí and/or utajené ochrany MBMS dat. Je použita pro distribuci MBMS klíče pro autorizaci UE.

3.2.4 Požadavky na jednotlivé prvky sítě

Uživatelské zařízení (UE)

Zařízení musí podporovat funkce pro aktivaci a deaktivaci MBMS transportní funkce. Dále musí podporovat funkce pro zabezpečení určené pro MBMS. Uživatelské zařízení by mělo být schopno, v závislosti na parametrech terminálu, přijímat oznámení o službách, paging informace a současně podporovat další služby jako například uskutečnit nebo přijmout volání, posílat a přijímat zprávy při příjmu např. videa pomocí MBMS. Příjem oznámení a

pagingu může někdy způsobit ztráty v příjmu MBMS dat. Uživatelská služba musí být schopna pracovat s těmito ztrátami. Jestliže to uživatelské zařízení podporuje, může být schopno uložit přijatá data. UE musí být dále schopno rozhodnout podle identifikátoru relace, jestli je následující přenos potřeba ignorovat (např. tato relace už byla přijata dříve).

UTRAN/GERAN

UTRAN/GERAN jsou zodpovědné za efektivní doručení MBMS dat do cílových uživatelských MBMS oblastí. Efektivní doručení vyžaduje mechanismy, které rozhodují o nejvhodnější transportní cestě. Dále musí podporovat zahájení a ukončení MBMS přenosu páteřní sítě (core network). Musí být schopno přijmout data z páteřní sítě a sdílet je mnoha příjemcům.

SGSN

Funkce SGSN v rámci MBMS architektury je vykonávat řídicí funkce pro MBMS transportní funkci pro každý UE a zajistit přenos do UTRAN (GERAN). SGSN zajišťuje podporu procedur spojených s mobilitou účastníků. Tento požadavek je nutný zejména, protože SGSN uchovává u jednotlivých uživatelů MBMS UE kontext pro každou aktivovanou MBMS transportní službu a přeposílá jej do nové SGSN při pohybu účastníka. Dále SGSN signalizuje podporu MBMS do UE a synchronizuje se s UE. Jako další funkce je vytváření účtovacích poplatků za data pro multicast MBMS transportní službu každého účastníka. SGSN není ovšem zodpovědný za celkové účtování, toto má na starosti uzel BM-SC. Po přijetí příkazu Start relace od GGSN zajišťuje zřízení přenosové cesty, která bude sdílená mnoha účastníky.

GGSN

Funkce GGSN je v rámci MBMS architektury zpřístupnit vstupní bod pro IP multicast provoz. Po oznámení z BM-SC uzlu GGSN zřizuje přenosové cesty pro broadcast nebo multicast MBMS přenosy. Tyto ustanovené přenosové cesty jsou posílány do všech SGSN, které si vyžádaly příjem multicast MBMS transportní služby. GGSN musí přijmout IP multicast provoz a směřovat tato data do správného GTP tunelu, který je částí transportní služby.

3.2.5 MBMS atributy a parametry

MBMS UE kontext

MBMS UE kontext obsahuje informace spojené s jednotlivou MBMS transportní službou, ke které je UE připojena. Tento kontext je vytvořen v UE, SGSN, GGSN a BM-SC, když se UE připojí k MBMS transportní službě. V SGSN je také kontext vytvořen i jako výsledek směrování v rámci mobility účastníků, kdy se předává z původní SGSN do nové SGSN.

Vybrané parametry:

- IP multicast adresa – IP multicast přenos identifikuje MBMS přenos, ke které je UE připojen.
- APN – Jméno přístupového bodu, ke kterému se vztahuje IP multicast adresa.
- Používaná GGSN adresa – IP adresa GGSN uzlu, který se používá.
- SGSN adresa – IP adresa SGSN
- TMGI – Dočasná identifikace mobilní skupiny přidělené k MBMS přenosu.
- RAI – Identifikace směrovací oblasti.
- IMSI – IMSI identifikace uživatele.
- TEID – Identifikátor tunelu mezi SGSN a GGSN

MBMS kontext přenosu

Tento kontext obsahuje všechny informace popisující jednotlivou MBMS transportní službu a je vytvářen v každém uzlu, který je zapojen v doručování MBMS dat. Je vytvářen v SGSN a GGSN, když je poprvé vytvořen UE kontext nebo když si ji vyžádá podřízený uzel. Dále je staticky vytvořen v BM-SC. Kontext může po vytvoření být ve dvou stavech, odpovídajících rezervaci přenosových cest dané MBMS transportní služby.



Obr. 3.5 Stavy kontextu přenosu

„Aktivní“ odpovídá stavu MBMS transportní služby, kdy je potřeba rezervace přenosových cest v síti pro přenos dat. Tento stav trvá tak dlouho, kdy trvá odpovídající relace.

„Standby“ odpovídá stavu, kdy není potřeba přenosové cesty pro přenos dat. Trvá tak dlouho, kdy není žádná odpovídající relace.

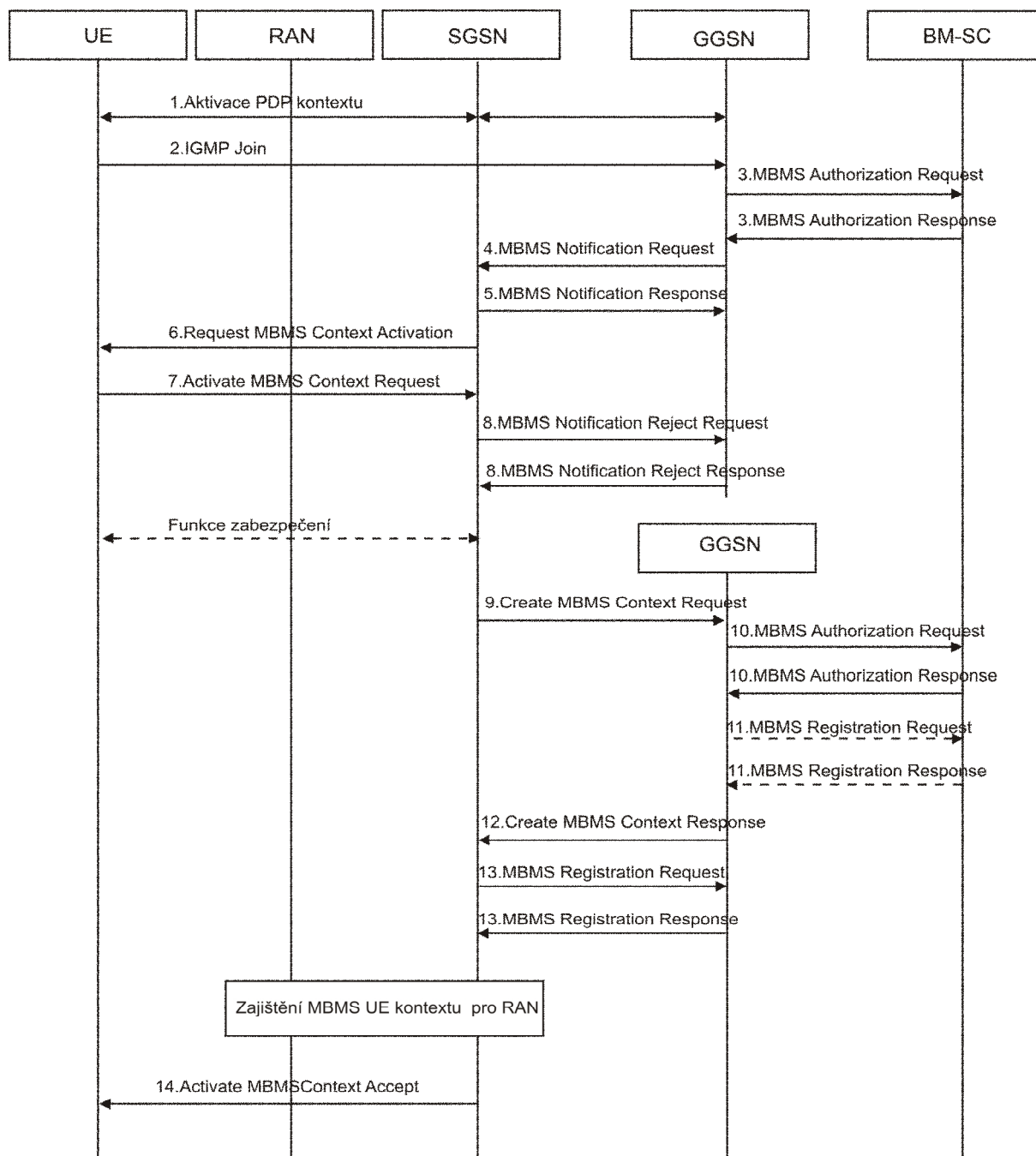
Vybrané parametry:

- Multicast/Broadcast mód – Určuje mód MBMS přenosu.
- IP multicast adresa – IP multicast adresa identifikuje MBMS přenos, popisovaný MBMS kontextem přenosu
- APN – Jméno přístupového bodu, ke kterému se vztahuje IP multicast adresa
- TMGI – Dočasná identifikace mobilní skupiny přidělené MBMS transportní funkci
- GGSN TEID-C – Identifikátor konce tunelu do GGSN pro řídicí data
- GGSN IP adresa – IP adresa GGSN používaná pro uživatele
- GGSN TEID-U – Identifikátor konce tunelu GGSN pro uživatelské data
- Stav – Identifikace stavu rezervace přenosových cest (aktivní, standby)
- QoS – Kvalita služby vyžadovaná pro MBMS transportní služby
- MBMS servisní oblast – Oblast přes kterou je distribuována MBMS transportní služba

3.2.6 MBMS procedury

Aktivace MBMS multicast služby

Aktivace MBMS multicast služby registruje uživatele v síti, tak aby byli schopni přijímat multicast data z určité MBMS transportní služby. Aktivace je procedura mezi UE a sítí. Tato procedura ustanovuje MBMS UE kontext v UE, SGSN, GGSN a Iu mód BSC/RNC pro každou aktivovanou MBMS transportní službu.



Obr. 3.6 Aktivace MBMS služby

1. UE aktivuje hlavní PDP kontext, jestliže ještě není ustanoven.
2. UE vyšle IGMP (IPv4) nebo MILD(IPv6) Join zprávu(zprávu pro připojení) přes standardní PDP kontext, jako signalizaci zájmu o příjmu specifické multicast MBMS transportní služby identifikovanou IP multicast adresou.
3. GGSN pošle MBMS Authorization Request(autorizační požadavek) určený pro aktivaci služeb pro příjem požadovaných dat UE. Authorization Request může obsahovat informace Trace (doplňkové informace o trase MBMS). Rozhodnutí o autorizaci, které je založeno na informacích o uživateli uložených v BM-SC (funkce správy členů), je poskytnuto v Authorization Response(odpovědi na autorizaci) společně s názvem APN, který bude použit pro vytvoření MBMS UE kontextu. Jestliže Authorization Response indikuje, že UE není autorizováno pro příjem dat, proces se ukončí bez další výměny dodatečných zpráv.
4. GGSN pošle MBMS Notification Request (požadavek na oznámení), který obsahuje IP multicast adresu, APN a linkové NSAPI, do SGSN. Linkový NSAPI je nastaven stejně jako NSAPI PDP kontextu, přes který byla přijata zpráva Join Request. APN může být různý od APN, přes který byl aktivován standardní PDP kontext. GGSN také spustí aktivační časovač pro případ, že nebude žádná odpověď tzn. SGSN nebo UE nepodporuje MBMS.
5. SGSN pošle MBMS Notification Response(odpověď na oznámení) do GGSN, který poslal Notification Request, kde oznamuje, zda aktivace kontextu pokračuje. Po přijetí odpovědi obsahující neúspěšný průběh aktivace, GGSN neposílá žádné další Notification Request a procedura je ukončena.
6. SGSN pošle zprávu Request MBMS Context Activation(požadavek na aktivaci MBMS kontextu) obsahující IP multicast adresu, APN, linkové NSAPI, TI, do UE jako požadavek pro aktivování MBMS UE kontextu. Linkové NSAPI dovoluje UE spojit MBMS UE kontext s PDP kontextem, přes který byl vyslán IGMP/MILD Join zpráva. TI je vybrán SGSN a obsahuje hodnotu, která nebyla použita žádným dalším PDP kontextem a MBMS UE kontextem.
7. UE vytvoří MBMS UE kontext a pošle zprávu Activate MBMS Context Request (požadavek na aktivaci MBMS kontextu) obsahující IP multicast adresu, APN, MBMS_NSAPI, kapacity MBMS přenosu do SGSN. IP multicast adresa identifikuje MBMS multicast službu, ke které se UE chce připojit. Kapacita MBMS

přenosu označuje nejvyšší QoS, se kterou může UE pracovat. MBMS_NSAPI byl vybrán UE a obsahuje hodnotu, která nebyl použita žádným jiným aktivovaným PDP kontextem a MBMS UE kontextem využívaným touto UE. Jestliže SGSN má informace o kontextu MBMS přenosu pro tuto MBMS transportní službu, ověřuje MBMS kapacity UE. SGSN rozhodne na základě požadavku na MBMS přenos, jestli je kapacita UE dostatečná, jestliže není tak zamítne požadavek na aktivaci MBMS kontextu.

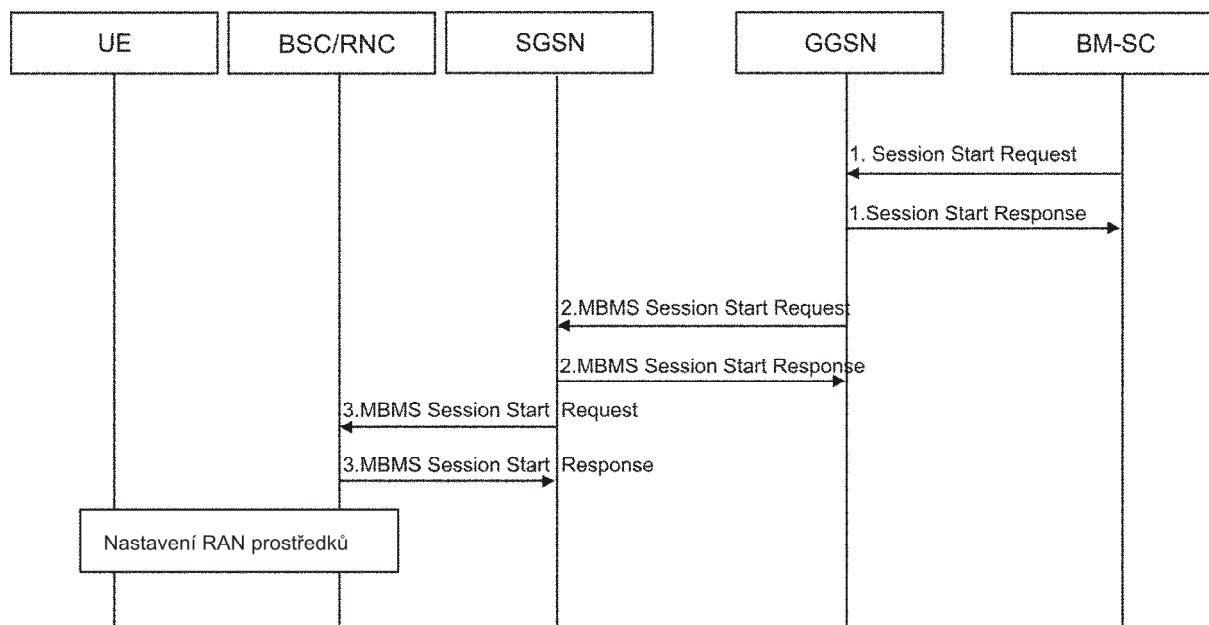
8. Jestliže MBMS UE kontext není ustanoven, SGSN pošle Notification Reject Request(zamítnutí požadavku) do GGSN, který zaslal Notification Request, kde Cause(příčina) udává důvod, proč nemohl být ustanoven MBMS UE kontext. Poté pošle GGSN MBMS Notification Reject Response(odpověď na zamítnutí) zpátky do SGSN. Toto předchází pozdější zasílání dalších Notification Request zpráv.
9. SGSN vytváří MBMS UE kontext a posílá zprávu Create MBMS Context Request(požadavek na vytvoření MBMS kontextu) obsahující IP multicast adresu, APN, MBMS_NSAPI, IMSI, MSISDN, RAI, IMEI-SV, RAT typ, MS časovou zónu, Trace reference, Trace typ, OMC identitu, přídatné MBMS Trace informace, do GGSN.
10. GGSN posílá zprávu MBMS Authorization Request (IMSI, MSISDN, RAI, IMEI-SV, RAT typ, MS časová zóna, CGI/SAI, přídatné MBMS Trace informace) jako autorizaci určenou pro aktivaci UE. Rozhodnutí o autorizaci je obsaženo ve zprávě MBMS Authorization Response. BM-SC vytváří MBMS UE kontext.
11. Jestliže GGSN nemá informace o MBMS kontextu přenosu pro tuto MBMS transportní službu, GGSN pošle zprávu MBMS Registration Request do BM-SC. Jestliže není alokován žádný TMGI identifikátor pro transportní službu, BM-SC alokuje nový TMGI identifikátor. Ten je poslán do GGSN a SGSN v MBMS Registration Request a dále do UE ve zprávě Activate MBMS Context Accept (potvrzení aktivace kontextu). BM-SC reaguje zprávou MBMS Registration Response obsahující informace o MBMS kontextu přenosu pro tuto transportní službu a přidá GGSN do seznamu downstream uzlů v daném MBMS kontextu přenosu.
12. GGSN vytvoří MBMS UE kontext a zašle zprávu Create MBMS Context Response(odpověď na výzvu k vytvoření kontextu) do SGSN.

13. Jestliže SGSN nemá informace o MBMS kontextu přenosu pro tuto MBMS transportní službu, SGSN zašle MBMS Registration Request do GGSN. Tento uzel odpovídá MBMS Registration Response obsahující informace pro tuto transportní službu a přidává identifikátor SGSN na seznam downstream uzlů.
14. SGSN poskytuje Iu mód RAN s MBMS UE kontext, jestliže je alespoň jeden PS RAB vytvořen pro UE.
15. SGSN zasílá zprávu Activate MBMS Context Accept(přijmutí aktivace MBMS kontextu) obsahující TMGI, do UE. Jestliže nebyla možnost ověřit kapacity koncového uživatele dříve, mohou být ověřeny nyní SGSN. Při nedostatečné kapacitě UE může SGSN zamítnout aktivaci MBMS kontextu.

Procedura Start MBMS relace

BM-SC zahajuje tuto proceduru, když jsou připravena data na odeslání. Toto je požadavek pro aktivaci všech potřebných prostředků pro přenos MBMS dat v síti a upozornění všech zainteresovaných uživatelů o bezprostředním přenosu dat. Tato procedura informuje SGSN a GGSN, které jsou zaregistrovány do této MBMS transportní služby, o attributech jako QoS, MBMS servisní oblast, trvání relace, čas potřebný pro přenos dat. Informace jsou také zaslány do všech BSC/RNC, které jsou spojeny s registrovanými SGSN. Jako další tato procedura alokuje přenosové cesty do všech registrovaných GGSN, SGSN a BSC/RNC, které reagují na zprávu Session Start Request (Požadavek na start relace).

Po odeslání zprávy Session Start Request BM-SC čeká po nastavenou dobu(doba do přenosu dat) přes odeslání MBMS dat. Tato doba musí poskytnout dostatek času síti pro přípravu všech procedur vyžadovaných pro přenos MBMS dat, než jsou odeslána z BM-SC. Tato doba je potřebná pro přípravu síťových prostředků jako prostředek pro zamezení ukládání vysílaných dat, než je síť plně připravena. Například oznámení UE a rezervace přenosových cest v RAN musí být provedený před příchodem dat. Zpoždění se pohybuje v rozmezí několika sekund až desítek sekund.



Obr. 3.7 Start MBMS relace

1. BM-SC (funkce pro správu relace a přenosu) zašle zprávu Session Start Request (požadavek na start relace) jako oznámení o nastávajícím startu přenosu a poskytuje potřebné atributy relace (TMGI, QoS, MBMS servisní oblast, identifikátor relace, odhadovaná doba relace, broadcast/multicast, čas do samotného MBMS přenosu). Tato zpráva je předána BM-SC (Proxy a transportní funkce) kde jsou dále přeposlány do všech uzlů GGSN, které se účastní této relace (jsou uvedeny v MBMS kontextu přenosu). BM-SC (Proxy a transportní funkce) nastavují stav atributů MBMS kontextu přenosu na aktivní. GGSN uloží atributy relace a seznam uzlů, kteří se účastní relace, nastaví stav atributů MBMS kontextu přenosu na aktivní a zašle zprávu Session Start Response (odpověď na start relace) do BM-SC. Proxy a transportní funkce BM-SC to přepoše zpátky do Funkce pro správu relace a přenosu. Tato funkce nakopíruje Session Start Response a zašle ji do Funkce pro správu členů BM-SC pro budoucí účtování pro jednotlivé účastníky.
2. GGSN posílá právu MBMS Session Start Request obsahující atributy relace (TMGI, QoS, MBMS service Area, identifikátor relace, odhadovaná doba relace, broadcast/multicast, čas do samotného MBMS přenosu) a 2G/3G ukazatel do všech uzlů SGSN, které jsou účastníky relace. SGSN uloží tyto atributy a nastaví stav těchto atributů v MBMS kontextu přenosu na aktivní a odpoví zprávou MBMS Session Start Response, kde udává TEID identifikátor pro přenosovou cestu, kterou

GGSN použije pro posílání MBMS dat. Jestliže SGSN přijme několik zpráv MBMS Session Start Request na stejnou MBMS transportní službu, ustanovuje pouze jednu přenosovou cestu.

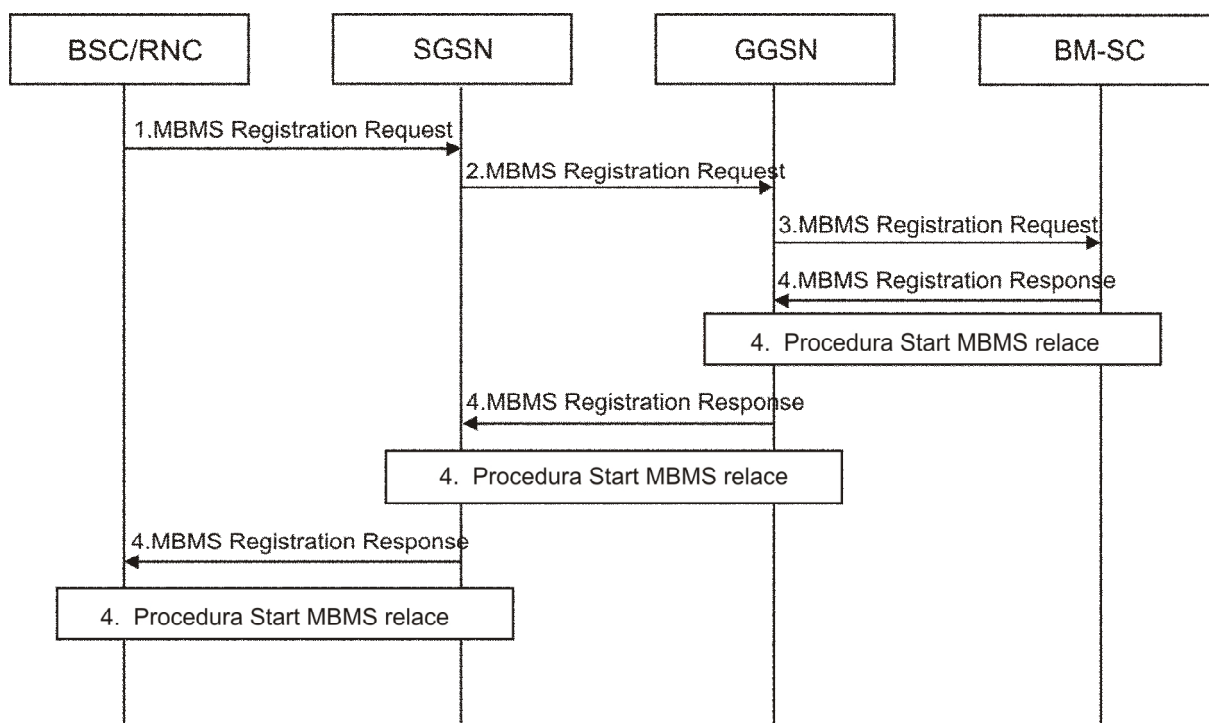
3. SGSN zasílá zprávu MBMS Session Start Request včetně atributů přenosu do každého BSC nebo RNC, které jsou zapojeny do tohoto uzlu SGSN. Ukazatel 2G/3G určuje jestli je zpráva zaslána jen do BSC nebo RNC nebo do obou uzlů. BSC uloží atributy relace a nastaví stav atributů MBMS kontext služby na aktivní a odpoví zprávou MBMS Session Start Response obsahující TEID identifikátor přenosové cesty, kterou SGSN použije pro přenos.

Procedura MBMS registrace

MBMS registrace je procedura kdy podřízené uzly informují nadřízené uzly o zájmu přijímat atributy relace a data z jednotlivých MBMS transportních služeb a dále je distribuovat. Tato procedura buduje distribuční strom pro doručování MBMS dat z Bm-SC do UE. Výsledky této procedury jsou uloženy v MBMS kontextu přenosu v jednotlivých uzlech podél distribučního stromu, ale neustanovuje přenosové cesty, ty jsou ustanovovány Procedurou Start relace.

Procedura registrace je zahájena:

- Když je poprvé vytvořen MBMS UE kontext pro jednotlivou MBMS transportní službu v uzlu SGSN nebo GGSN a odpovídající MBMS kontext přenosu ještě není vytvořen.
- Když je přijat Registration Request pro jednotlivou MBMS transportní službu z podřízeného uzlu, ale není ustanoven žádný odpovídající MBMS kontext přenosu v uzlu.
- Když RNC zjistí, že uživatelské UE by měl zájem zapojit se do MBMS transportní služby.



Obr. 3.8 MBMS registrace

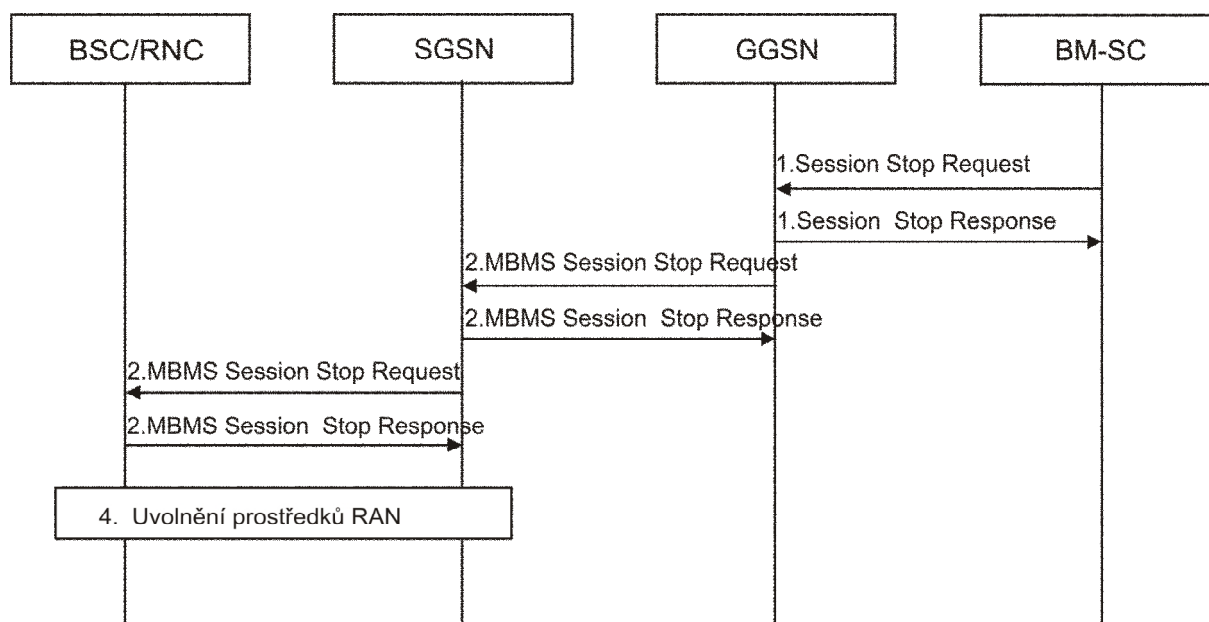
1. Jestliže RNC zjistí, že uživatelské UE má zájem zapojit se do MBMS transportní služby, RNC pošle zprávu MBMS Registration Request (požadavek na registraci) do nadřazeného SGSN uzlu.
2. SGSN nemá MBMS kontext přenosu pro MBMS transportní službu a přijme MBMS Registration Request z RNC nebo je poprvé vytvořen MBMS UE kontext v SGSN pro transportní službu, pro kterou nemá odpovídající kontext přenosu, SGSN vytvoří kontext přenosu (ve stavu Standby) a pošle zprávu Registration Request (IP multicast adresa, APN) do GGSN.
3. GGSN nemá MBMS kontext přenosu pro odpovídající MBMS transportní službu a přijme MBMS Registration z SGSN pro tuto transportní službu nebo když je poprvé vytvořen MBMS UE kontext v GGSN pro transportní službu pro kterou nemá GGSN odpovídající kontext přenosu. GGSN vytvoří kontext přenosu (ve stavu Standby) a zašle Registration Request (IP multicast adresa, APN) do uzlu BM-SC .
4. Po přijetí MBMS Registration Request z GGSN, BM-SC (Proxy a transportní funkce) přidá identifikátor GGSN do seznamu uzlů zapojených v MBMS přenosu a

odpoví zprávou MBMS Registration Response (TMGI, požadované parametry přenosu). Jestli je kontext přenosu ve stavu Aktivní, BM-SC zahájí proceduru Start relace s GGSN.

5. Po přijetí zprávy Registration Request z SGSN, GGSN přidá identifikátor SGSN do seznamu do seznamu uzlů zapojených v MBMS přenosu. Dále odpoví zprávou Registration Response (TMGI, požadované parametry přenosu) a jestli je kontext přenosu ve stavu Active, zahájí proceduru Startu relace s SGSN.
6. Po přijetí zprávy Registration Request z RNC, SGSN přidá identifikátor RNC do seznamu do seznamu uzlů zapojených v MBMS přenosu. Dále odpoví zprávou Registration Response a jestli je kontext přenosu ve stavu Active, zahájí proceduru Startu relace s RNC.

Procedura Stop MBMS relace

BM-SC (Funkce pro správu relace a přenosu) zahájí proceduru Stop MBMS relace typicky, když již nejsou očekávány žádné další MBMS data na přenos pro delší časový úsek a slouží pro uvolnění rezervovaných přenosových cest. Tato procedura je rozšířena do všech SGSN a GGSN uzlů, které jsou součástí odpovídající MBMS transportní služby a také všech RNC/BSC které ustanovili přenosové cesty s danými SGSN uzly.

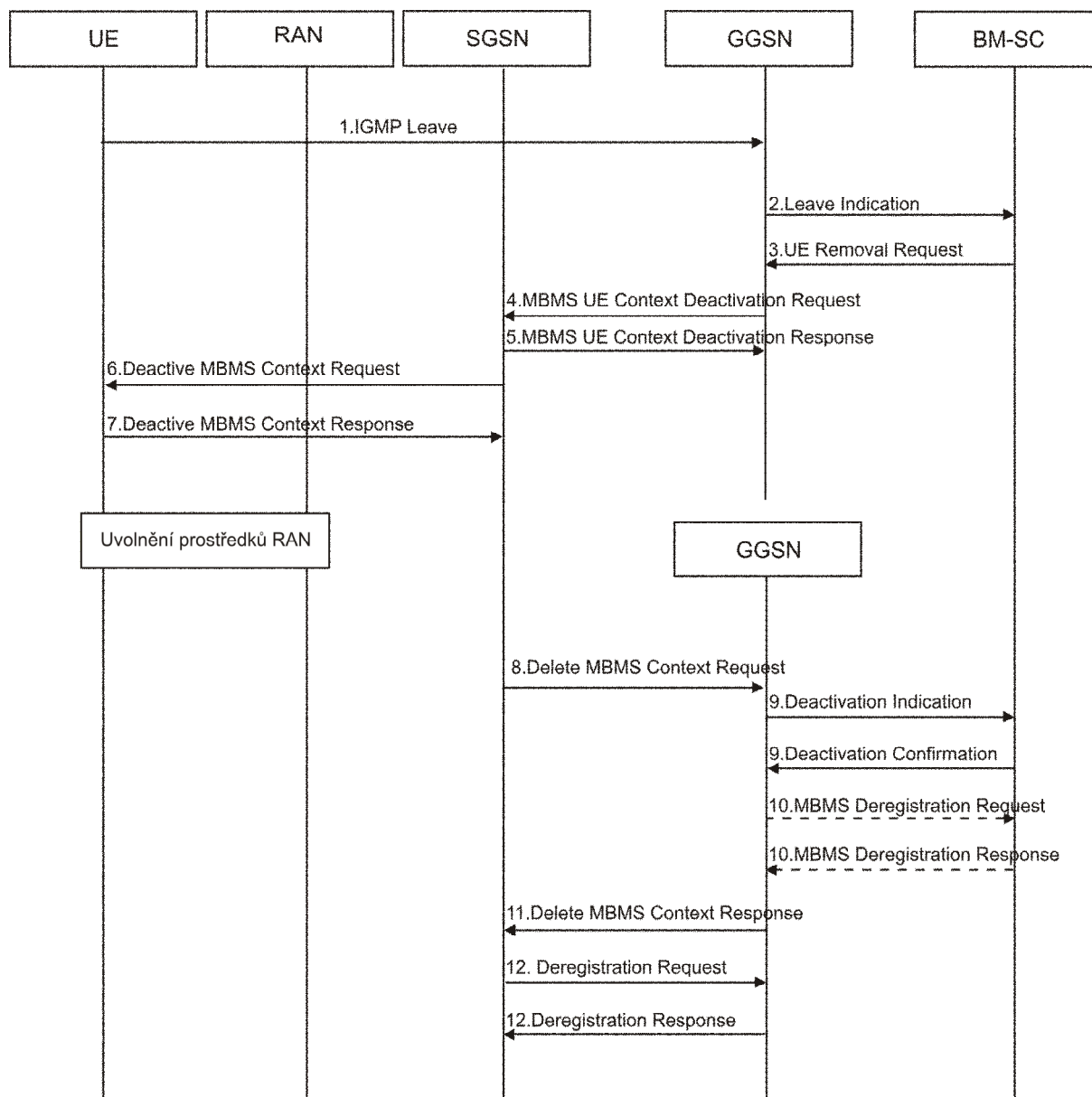


Obr. 3.9 Stop MBMS relace

1. BM-SC Funkce pro správu relace a přenosu zašle zprávu Session Stop Request do Proxy a transportní funkce, která to přeposílá do všech GGSN, které jsou v seznamu uzlů zapojených v MBMS přenosu. BM-SC Proxy a transportní funkce nastaví stav atributů MBMS kontextu přenosu do Standby. GGSN zašle zprávu Session Stop Response do BM-SC Proxy a transportní funkce, která to přepošle do Funkce pro správu relace a přenosu. Tato funkce udělá kopii zprávy Session Stop Request a zasílá ji do Funkce pro správu členů kvůli účtování.
2. GGSN zasílá zprávu MBMS Session Stop Request do všech SGSN, které mají vytvořené přenosové cesty s tímto GGSN, uvolní odpovídající přenosové cesty do SGSN a nastaví atributy kontextu přenosu na stav Standby.
3. SGSN uvolní TEID a přenosové cesty, na kterých přijímal MBMS data z GGSN a posílá zprávu Session Stop Request do všech RNC/BSC, které se podílejí na multicast přenosu.
4. RNC uvolní všechny rádiové a Iu prostředky, BSC všechny rádiové prostředky.

Procedura deaktivace MBMS multicast služby

Deaktivace multicast služby je signalizace mezi UE a sítí. Tato procedura odstraní MBMS UE kontext z UE, RAN, SGSN, GGSN pro jednotlivé MBMS multicast služby. Deaktivace může být vyvolána UE, GGSN, BM-SC nebo SGSN. Všechny tyto případy jsou uvedené na obrázku 3.10. UE vyvolá deaktivaci v bodě 1), BM-SC v bodě 3), GGSN v bodě 4), SGSN 5) 9).



Obr. 3.10 Deaktivace MBMS služby

1. UE zasílá IGMP(IPv4) nebo MILD(IPv6) zprávu Leave (v IGMP je to zpráva Leave Group Message, v MILD je to zpráva Multicast Listener Done) přes základní PDP kontext pro opuštění multicast služby identifikované IP multicast adresou.
2. GGSN zasílá zprávu Leave Indication (oznámení opuštění) obsahující IP multicast adresu, APN, IMSI do BM-SC Proxy a transportní funkce, která ji přeposílá do Funkce pro správu členů. Tato zpráva indikuje žádost UE o vystoupení z multicast služby identifikované IP multicast adresou.

3. Po přijetí zprávy Leave Indication BM-SC Funkce pro správu členů ověří danou IP multicast adresu, která odpovídá odpovídající MBMS transportní službě a posílá zprávu UE Removal Response (odpověď na vyřazení UE), obsahující IP multicast adresu, APN, IMSI) do GGSN, ze kterého přišla zpráva Leave Indication.
4. Po přijetí zprávy UE Removal Request nebo i z jiných příčin(např.chyba) GGSN zašle MBMS UE Context Deactivation Request(IP multicast adresa, APN, IMSI) do SGSN. IP multicast adresa, APN a IMSI dohromady identifikují MBMS UE kontext, který má být smazán v SGSN. SGSN potvrdí příjem zprávy MBMS UE Context Deactivation Request zasláním zprávy MBMS UE Context Deactivation Response do GGSN.
5. Po přijetí MBMS UE Context Deactivation Request SGSN posílá zprávu Deactivate MBMS Context Request (TI) do UE. TI identifikuje jaký MBMS UE kontext UE smaže.
6. UE vymaže MBMS UE kontext a zasílá právu Deactivation MBMS Context Accept(TI) do SGSN.
7. Vyhrazené radiové prostředky UE pro příjem MBMS dat jsou uvolněny RAN. Tyto prostředky však mohou být i nadále vyhrazeny pro přenos MBMS dat jiným UE, proto RAN rozhodne o přesunu zbývajících UE.
8. Po přijetí zprávy Deactivation MBMS Context Accept SGSN zasílá zprávu Delete MBMS Context Request (MBMS_NSAPI) do GGSN, který má uložený UE kontext.
9. GGSN vymaže UE kontext a posílá zprávu Deactivation Indication do BM-SC pro potvrzení úspěšné deaktivace UE kontextu. BM-SC po obdržení zprávy Deactivation Indication také vymaže UE kontext a posílá potvrzení do GGSN.
10. Jestliže GGSN nemá další uživatele, kteří jsou zapojení do této MBMS transportní služby a seznam uzlů zapojených do přenosu je prázdný, GGSN zasílá zprávu MBMS De-Registration Request do BM-SC Proxy a transportní funkce . Tato funkce reaguje zprávou MBMS De-Registration Response a odstraňuje identifikátor GGSN uzlu ze seznamu prvků zapojených v MBMS přenosu.
11. GGSN potvrzuje deaktivaci UE kontextu do SGSN zasláním zprávy Delete MBMS Context Response, kdy SGSN vymaže UE kontext.
12. Jestliže SGSN nemá další uživatele, kteří jsou zapojení do této MBMS transportní služby a seznam uzlů zapojených do přenosu je prázdný, SGSN zasílá zprávu MBMS

De-Registration Request do GGSB. GGSN reaguje zprávou MBMS De-Registration Response a odstraňuje identifikátor SGSN uzlu ze seznamu prvků zapojených v MBMS přenosu.

4 GTP PROTOKOL

GPRS Tunneling Protocol (GTP) je protokol, založený na IP protokolu, používaný v mobilních sítích GSM a UMTS. Může být použit s protokolem UDP a TCP. Tento protokol se skládá ze tří oddělených protokolů GTP-C, GTP-U a GTP'.

GTP-C se používá v páteřní síti pro signalizaci mezi GSN uzly (SGSN, GGSN). Používá se pro aktivaci relace s uživatelem.

GTP-U se používá pro přenos uživatelských dat v páteřní síti, mezi páteřní sítí a rádiovou přístupovou sítí. Data jsou transportovány v paketech formátu IPv4, IPv6 a PPP.

GTP' (GTP prime) používá stejnou strukturu jako GTP-U a GTP-C, ale je rozsáhlejší a kompletně samostatný protokol. Používá se pro přenos účtovacích dat v rámci sítě.

4.1 GTP záhlaví

GTP záhlaví má proměnnou délku a je používáno pro GTP-C i GTP-U protokol. Minimální délka záhlaví je 8 bytů. Záhlaví obsahuje tři příznaky, které jsou používány pro oznámení přidavných polí. Příznak PN se používá pro oznámení N-PDU čísel, S příznak se používá pro oznámení pole GTP sekvenčních čísel a E příznak se používá pro oznámení rozšířeného pole záhlaví použité pro budoucí rozšíření bez potřeby použití nové verze protokolu.

Význam jednotlivých polí

- Verze (Version field) – Určuje verzi protokolu GTP
- Typ protokolu **PT** (Protocol Type) – Tento bit určuje zda jde o protokol GTP (PT=1) nebo GTP' (PT=0).
- Příznak rozšíření záhlaví **E** (Extension Header flag) – Tento příznak reprezentuje zda má význam hodnota v poli další Rozšiřující pole záhlaví (Next Extension Header field). Když je hodnota nastavena na "0" není Rozšiřující pole přítomné nebo nemá být interpretováno, při hodnotě "1" je rozšiřující pole přítomné.
- Příznak Sekvenční číslo **S** (Sequence number flag) – Tento příznak reprezentuje zda má význam hodnota v poli Sekvenční číslo (Sequence Number). Když je nastaven na "0" pole Sekvenční číslo není přítomné nebo nemá být interpretováno, při hodnotě "1" je přítomné.

- Příznak N-PDU čísla **PN** - Tento příznak reprezentuje zda má význam hodnota v poli Číslo N-PDU. Když je hodnota nastavena na "0" není pole číslo N-PDU přítomné nebo nemá být interpretováno, při hodnotě "1" je pole přítomné.
- Typ zprávy (Message Type) – Toto pole určuje druh GTP zprávy.
- Délka (Length) – Toto pole určuje délku v oktetech zprávy, tzn. zbytku paketu za záhlavím.
- Identifikátor konce tunelu **TEID** (Tunnel Endpoint Identifier) – Toto pole jednoznačně identifikuje koncové body tunelu. Přijímací strana lokálně určuje TEID, které bude používat vysílací strana. TEID hodnota se vyměňuje mezi koncovými body pomocí GTP-C.
- Sekvenční číslo (Sequence number) – Toto pole se používá pro identifikaci signalizačních zpráv. Sekvenční číslo se kopíruje ze záhlaví požadavku do záhlaví odpovědi.
- N-PDU číslo – Toto pole se používá pro směrování v rámci updatu směrovací oblasti v SGSN a v některých handover procedurách. Používá se pro koordinaci přenosu dat mezi koncovou stanicí a SGSN.
- Typ rozšíření záhlaví – Určuje typ rozšířeného záhlaví.

Oktet	Bity							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Verze			PT	-	E	S	PN
2	Typ zprávy							
3	Délka (1. oktet)							
4	Délka (2. oktet)							
5	TEID (1. oktet)							
6	TEID (2. oktet)							
7	TEID (3. oktet)							
8	TEID (4. oktet)							
9	Sekvenční číslo (1. oktet)							
10	Sekvenční číslo (2. oktet)							
11	Číslo N-PDU							
12	Typ dalšího rozšířeného záhlaví							

Obr. 4.1 GTP záhlaví

Rozšířené záhlaví – Indikování podpory MBMS

Toto rozšíření záhlaví je vloženo SGSN podporující MBMS do všech žádostí na vytvoření PDP kontextu, Update PDP kontextu a žádost SGSN o kontext. GGSN podporující MBMS přijme toto rozšíření záhlaví v žádosti na vytvoření PDP kontextu. V odpovědi na žádost obsahující rozšířené záhlaví pro podporu MBMS zasílá do SGSN zprávu o podpoře MBMS vysílání.

Oktet	Bits							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	1							
2	0xFF							
3	0xFF							
4	Typ dalšího rozšířeného záhlaví							

Obr. 4.2 MBMS záhlaví

4.2 Zprávy protokolu GTP

GTP definuje soubor zpráv posílaných mezi uzly GSN nebo mezi SGSN a RNC. V následující části uvádím několik základních zpráv.

4.2.1 Zprávy pro správu cesty

Tento typ zpráv je zasílán mezi uzly GSN a nebo RNC a GSN.

Echo Request

Uzel GSN nebo RNC zasílají tuto zprávu do jiného uzlu GSN nebo RNC za účelem zjištění zda jsou aktivní. Tato zpráva je posílána přes každou cestu, která se používá. Za cestu, která se používá, je považována každá jestliže alespoň jeden PDP kontext, MBMS UE kontext nebo MBMS přenos používá tuto cestu do jiného uzlu. Jak často je tato zpráva posílána záleží na implementaci, ale nemělo by to být častěji jak jednou za 60s.

Echo response

GSN nebo RNC musí být připraveny po příjmu zprávy Echo Request odpovědět Echo Response.

Nepodporovaná verze (Version Not Supported)

Tato zpráva obsahuje pouze GTP záhlaví a indikuje poslední verzi GTP, kterou entita identifikovaná UDP/IP adresou podporuje.

Oznámení podporovaných rozšíření záhlaví

Tato zpráva obsahuje seznam podporovaných rozšíření záhlaví, které daná GTP entita, identifikovaná IP adresou, podporuje. Je zasílána jen na vyžádání v případě, že jiná GTP entita to vyžaduje pro vyložení rozšířeného záhlaví a ještě nemá upgrade podporující toto záhlaví.

4.2.2 Zprávy pro správu tunelu

Create PDP Context Request

Create PDP Context Request (požadavek na vytvoření PDP kontextu) je poslán z uzlu SGSN do GGSN jako část procedury pro aktivaci GPRS PDP kontextu. Po zaslání požadavku SGSN označí PDP kontext stavem "čekání na odpověď". V tomto stavu SGSN přijímá G-PDU z GGSN, ale neposílá je dále k mobilní stanici (MS). Při platném požadavku je vytvořen tunel mezi PDP kontextem v SGSN a GGSN. Jestliže tato procedura nedopadla správně, zasílá požadavek do další adresy jiného uzlu GGSN v seznamu.

Identifikátor konce tunelu (TEID) specifikuje koncový bod pro G-PDU, který je zvolen SGSN. GGSN vkládá tento identifikátor do GTP záhlaví všech G-PDU, které jsou určeny pro tento PDP kontext.

Číslo MSISDN mobilní stanice (telefonní číslo SIM karty v mobilním přístroji) je posílán do GGSN uvnitř požadavku na vytvoření PDP kontextu. Tato informace je použita když je zapotřebí zabezpečený přístup do vzdálených serverů.

Jestliže MS požaduje dynamickou PDP adresu a ta je povolena, pole PDP adresy v informacích o koncovém uživateli zůstane prázdné. Při požadavku na statickou PDP adresu je toto pole vyplněno touto adresou.

SGSN vkládá jednak adresu SGSN pro řídicí informace a také adresu pro uživatelský provoz. GGSN si tyto adresy ukládá a používá je, když jsou zasílány řídicí informace nebo G-PDU do SGSN. Dále SGSN vkládá APN(Access Point Name) poskytovaný pro danou MS.

APN je používáno GGSN pro přístup do odlišných externích sítí.

Create PDP Context Response

Na požadavek pro vytvoření PDP kontextu je zasílá odpověď pomocí zprávy Create PDP Context Response. Je zasílána z GGSN do SGSN. Při přijetí odpovědi Request Accepted (žádost povolena), SGSN aktivuje PDP kontext a začíná směřovat T-PDU z nebo od MS do externí datové sítě. Při přijetí jiné odpovědi (např. Context not found, Missing or unknown APN) není PDP kontext vytvořen.

Update PDP Context Request

Zpráva Update PDP Context Request(požadavek na update PDP kontextu) je zasílána SGSN do GGSN jako součást procedury pro update směrovací oblasti v rámci pohybu účastníků. Je použita pro změnu cesty a QoS parametrů. Také je použita pro změnu verze GTP kanálu (v0 nebo v1).

Update PDP Context Response

Tato zpráva je zasílána z uzlu GGSN do SGSN jako odpověď na Update PDP Context Request. SGSN přijme odpověď a kontroluje jestli byl update potvrzen (Request Accepted). Při přijetí odpovědi o neexistenci PDP kontextu (Non-existent) je PDP kontext smazán. Při přijetí jiné odpovědi není update vyřízen.

Delete PDP Context Request

Delete PDP Context Request (požadavek na smazání PDP kontextu) je zasílán ze SGSN uzlu do GGSN jako část procedury pro deaktivaci PDP kontextu. Může být použit pro deaktivaci jednotlivého PDP kontextu nebo pro několika kontextů přiřazených jedné MS. GSN uzly musí být připraveny pro příjem této zprávy a okamžitě reagovat.

Delete PDP Context Reponse

Tato zpráva je odpověď na Delete PDP Context Request. Po příjmu uzly GSN mažou PDP kontext (nebo kontexty). Mohou ji ignorovat, jestliže se týká neexistující PDP kontextu.

PDU Notification Request

PDU Notification Request (oznámení o PDU) se používá když je přijato T-PDU uzlem GGSN. GGSN prověřuje, zda je ustanoven PDP kontext pro danou PDP adresu. Jestliže dříve nebyl ustanoven PDP kontext, GGSN se pokusí doručit T-PDU inicializací aktivace PDP

kontextu. Jako část požadavku sítě pro aktivaci PDP kontextu GGSN zasílá zprávu PDU Notification Request do SGSN indikovaného pomocí HLR. Jestliže GGSN má aktivní PDP kontext s jiným SGSN, pak jsou informace získány z aktivního PDP kontextu. Dále je do požadavku vloženo IMSI. Informace o koncové adrese uživatele obsahuje PDP typ, PDP adresu.

PDU Notification Response

Tato zpráva je zaslána z uzlu SGSN do GGSN jako odpověď na PDU Notification Request. Jestliže je v poli důvod (Cause) hodnota požadavek přijat, bude pokračovat aktivace PDP kontextu, při přijetí jiné hodnoty nebude pokračovat aktivace PDP kontextu.

PDU Notification Reject Request

Jestliže aktivace PDP kontextu probíhá až po zprávě PDU Notification Response, ale PDP kontext ještě není ustanoven, GGSN zasílá zprávu PDU Notification Reject Request (požadavek na odmítnutí PDU oznámení). Hodnota pole důvod určuje příčinu, proč nemohl být PDP kontext ustanoven. Při příjmu této zprávy GGSN zahazuje uložené T-PDU.

PDU Notification Reject Response

Tato zpráva je zasílána jako odpověď na zprávu PDU Notification Reject Request.

Initiate PDP kontext Activation Request

GGSN zasílá tuto zprávu Initiate PDP kontext Activation Request (požadavek na zahájení aktivace PDP kontextu) do uzlu SGSN pro zahájení aktivace druhého PDP kontextu pro požadavek sítě na řízení přenosu. Tato zpráva je zaslána na adresu SGSN a TEID přiřazené již existujícímu aktivnímu PDP kontextu.

Initiate PDP kontext Activation Response

Tato zpráva je zasílána z SGSN, jako odpověď na zprávu Initiate PDP kontext Activation Request, do GGSN. V hodnotě důvod je uvedeno jestli byl příkaz úspěšně vykonán nebo nastala chyba.

4.2.3 Zprávy pro správu polohy

Požadavek na zaslání směrovacích informací pro GPRS

GGSN zasílá tuto zprávu do uzlu GSN určeného na GTP-MAP protokolovou konverzi pro získání IP adresy uzlu SGSN, ke kterému patří daná MS, když ještě není ustanoven PDP kontext. Hodnota IMSI se používá jako klíč pro získání IP adresy SGSN. .

Odpověď na zaslání směrovacích informací pro GPRS

Tato zpráva je zaslána jako odpověď a obsahuje v hodnotě důvod výsledek.

4.2.4 Zprávy pro správu mobility

SGSN Context Request

Nový uzel SGSN posílá zprávu SGSN Context Request (požadavek na SGSN kontext) do starého SGSN uzlu pro získání PDP kontextu MS. Tato zpráva se používá při pohybu účastníků z oblasti jednoho SGSN uzlu do druhého SGSN.

SGSN Context Response

Starý uzel SGSN zasílá do nového SGSN odpověď na zprávu SGSN Context Request. V hodnotě důvod je uveden výsledek zprávy(Request Accepted, IMSI not known atd.).

SGSN Context Acknowledge

Nový uzel SGSN zasílá zprávu SGSN Context Acknowledge(potvrzení SGSN kontextu) do starého SGSN jako odpověď na zprávu SGSN Context Response. Jen po obdržení této zprávy může starý uzel SGSN začít směrovat uživatelské datové pakety. Tato zpráva signalizuje do starého SGSN novým SGSN uzlem, že v pořádku přijal PDP kontext a je připraven přijímat uživatelské datové pakety identifikované odpovídajícím identifikátorem tunelu TEID.

4.2.5 Zprávy pro MBMS

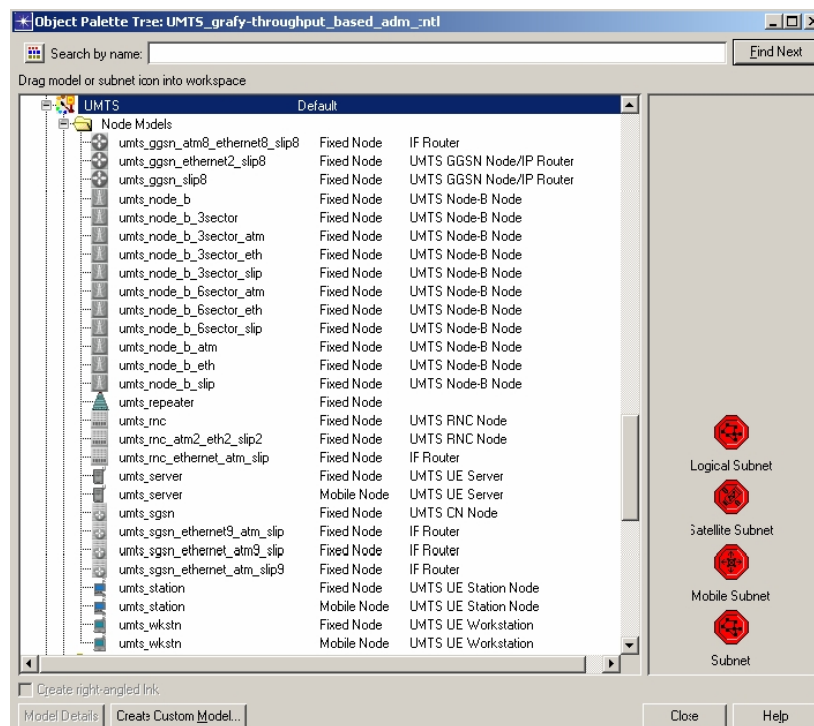
Vybrané typy zpráv jsou popsány v kapitole 3.2.6

5 SIMULACE V PROGRAMU OPNET

Cílem simulací je analyzovat chování mobilní sítě 3. generace UMTS při přenosech multimediálních dat od jednoho zdroje k více mobilním uživatelům. Jako simulační nástroj byl vybrán program Opnet Modeller verze 12.0 a 14.5, který obsahuje základní modely prvků sítě UMTS.

5.1 Základní nastavení simulace

Po založení projektu, který obsahuje scénář s návrhem UMTS sítě a k ní připojené IP sítě. Prvky sítě jsou vybírány z následující palety prvků.

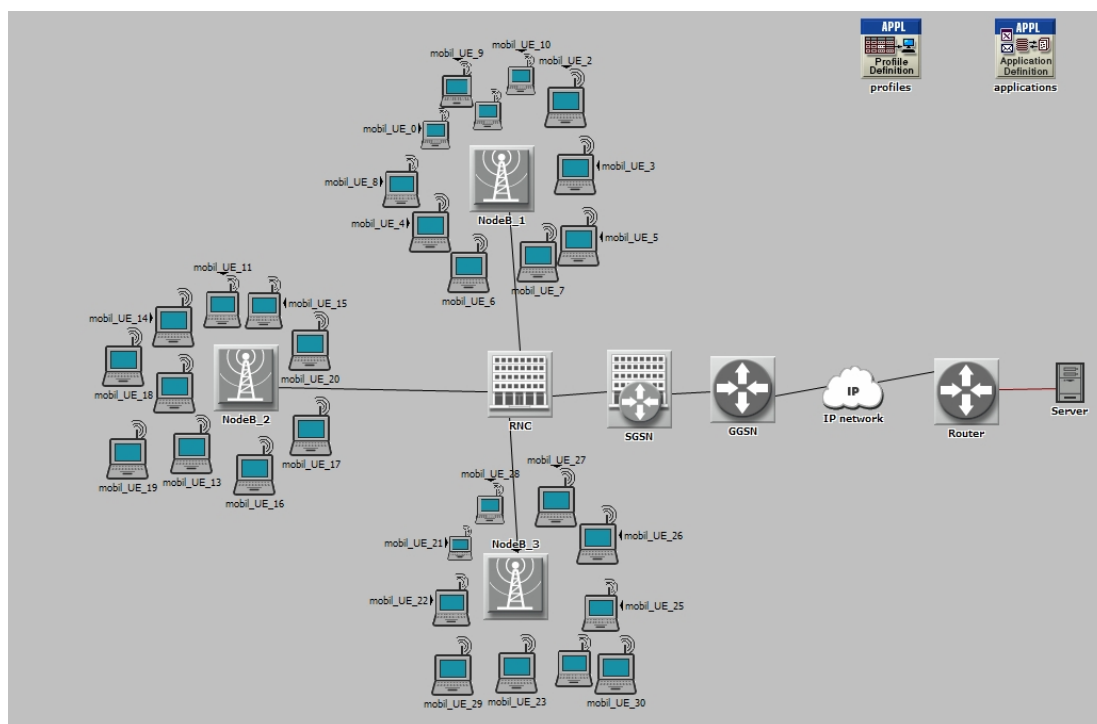


Obr. 5.1 Paleta s objekty sítě

K vytvoření sítě budeme potřebovat následující prvky:

- **umts_ggsn_atm8_ethernet8_slip8** – Uzel GGSN s třemi rozhraními (ATM, Ethernet a Slip) každý s 8 možnými porty.
- **umts_sgsn_ethernet_atm_slip9_adv** - Uzel GGSN s rozhraními ATM a Slip.
- **umts_mc_adv** - Uzel RNC

- **umts_node_b_adv** - Uzel Node-B bez použití sektorizace
- **umts_wkstn_adv** – Pracovní stanice
- **atm_adv** – ATM linka
- **ppp_ds3** – DS3 linka
- **ip23_cloud** - IP síť
- **application_config** – Prvek pro konfiguraci aplikací.
- **profile_config** – Prvek pro konfiguraci použitých profilů.



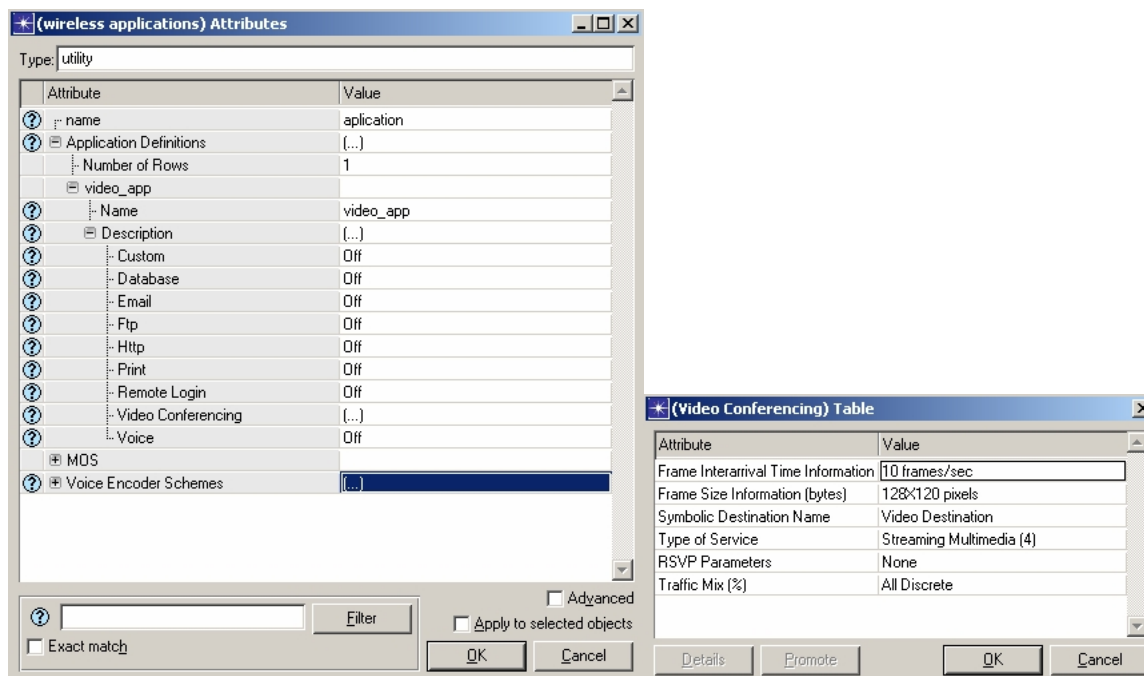
Obr. 5.2 Zapojení sítě

Na obrázku 5.2 je vidět topologie simulované sítě. Jako zdroj slouží Server. Síť obsahuje jeden uzel SGSN s jedním podřízeným uzlem RNC. K RNC podle nárůstu počtu účastníků jsou připojovány NodeB.

5.1.1 Nastavení jednotlivých prvků

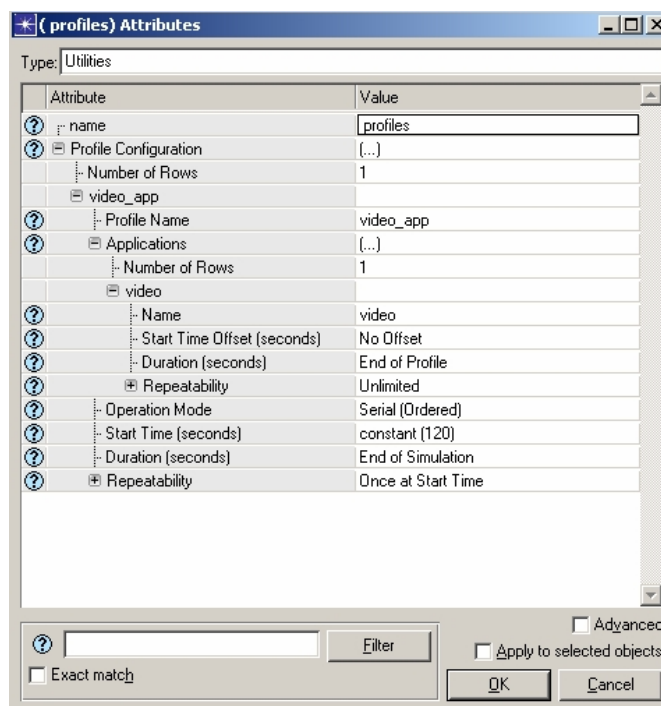
Application_config

Nastavení jednotlivých aplikací použitých v simulaci. Definuje se použitá služba a její parametry. V simulaci je použita aplikace Video Conferencing a Voice. Parametry jsou nastavené podle obrázku 5.3.



Obr. 5.3 Nastavení aplikace

Jako další se nastavuje prvek **profile_config**. V tomto prvku je nastaveno jakým způsobem se bude spouštět definovaná aplikace v koncových bodech. Při simulacích je použita vždy jen jedna aplikace.



Obr. 5.4 Nastavení profile_config

Profile Name – Jméno použité pro daný profil

Name – Jméno použité aplikace, která bude spuštěna v daném profilu. V mém případě je název dané aplikace video_app.

Start Time Offset – Časový interval po startu profilu, kdy bude spuštěna aplikace. V mém případě nastaveno tak, že aplikace je spuštěna zároveň s profilem.

Duration – Doba trvání běhu aplikace. Nastaveno pro běh do konce profilu.

Repeatability – Počet spuštění aplikace. Nastaveno pro neomezené spuštění.

Operation Mode – Při použití více aplikací v jednom profilu určuje jak budou jednotlivé aplikace spuštěny. Zde není použito více aplikací, proto nechána přednastavená hodnota.

Start Time – Čas po začátku simulace, kdy bude spuštěn profil. Nastaveno na konstantní hodnotu 120s.

Duration – Doba trvání profilu. Nastaveno na trvání do konce simulace.

Repeatability – Profil bude spuštěn jen jednou do konce běhu simulace.

Jako další se nastaví podporovaná služba u serveru(video_app). Server je přes router připojen do pevné sítě IP (**ip32_cloud**). U serveru zvolím nabídku **Application:Supported Service**, kde nastavím podporovanou službu.

Jako poslední nastavím mobilní zařízení. Zde se nastaví profil, který bude zařízení používat. Rozklikneme **Application: Supported Profiles**, nastavíme hodnotu **row** na jedna (v případě podpory více profilů nastavit row na tento počet). Dále nastavíme **Profile Name** na jméno profilu, který chceme použít.

5.2 Simulace

Cílem simulací bylo zjistit možnosti přenosu multimediálních dat v UMTS při zvyšujícím se počtu účastníků. Dále zjistit možnosti simulace multicast vysílání v prostředí Opnet. Práce se zabývá přenosem videa pomocí protokolu UDP a dále VoIP pomocí RTP protokolu.

5.2.1 Přenos videa

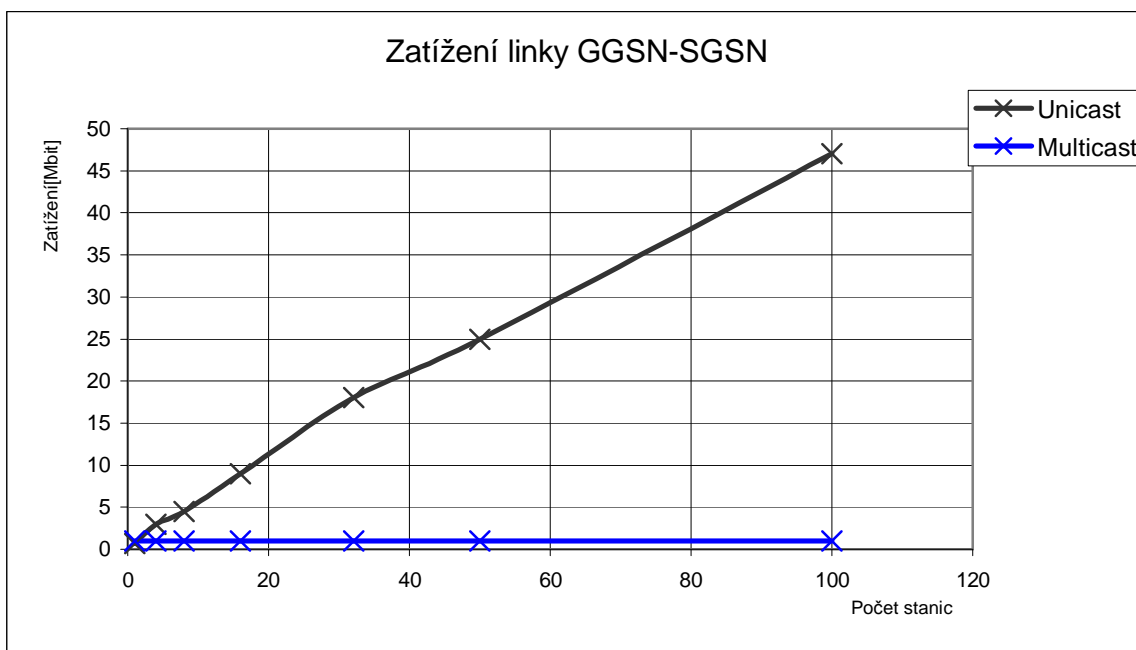
První graf ukazuje zatížení linky mezi GGSN-SGSN při zvyšujícím se počtu účastníků. Z výsledků je vidět vzrůstající zatížení linky. Při 8 účastnících je hodnota zatížení 4,55 Mbit, při 50 účastnících je to již 25,2 Mbit. Podle předpokladu zatížení vzrůstá úměrně počtu účastníků a tyto přenosy jsou tedy velice neefektivní. Při dalším zvyšování počtu účastníků by mohlo dojít k vyčerpání kapacity linky. Příkladem může být již výše zmiňovaný zápas s několika desítkami tisíc diváků, kdy si někteří chtějí zopakovat důležitý moment (několik tisíc) na svém UMTS terminálu. Protože se nacházejí v oblasti jedné SGSN, je všechny provoz směřován přes tento uzel. To by mohlo zapříčinit přetížení sítě. V grafu je vidět druhá přímková (modrá barva), která znázorňuje předpokládanou hodnotu zatížení v případě multicast přenosu. Je vidět, že zatížení by bylo konstantní a nezávislé na počtu účastníků, protože data jsou odesílána jen jednou a páteřní síť proto není přetěžována.

Parametry přenášeného videa

Počet snímků - 10 snímků/s

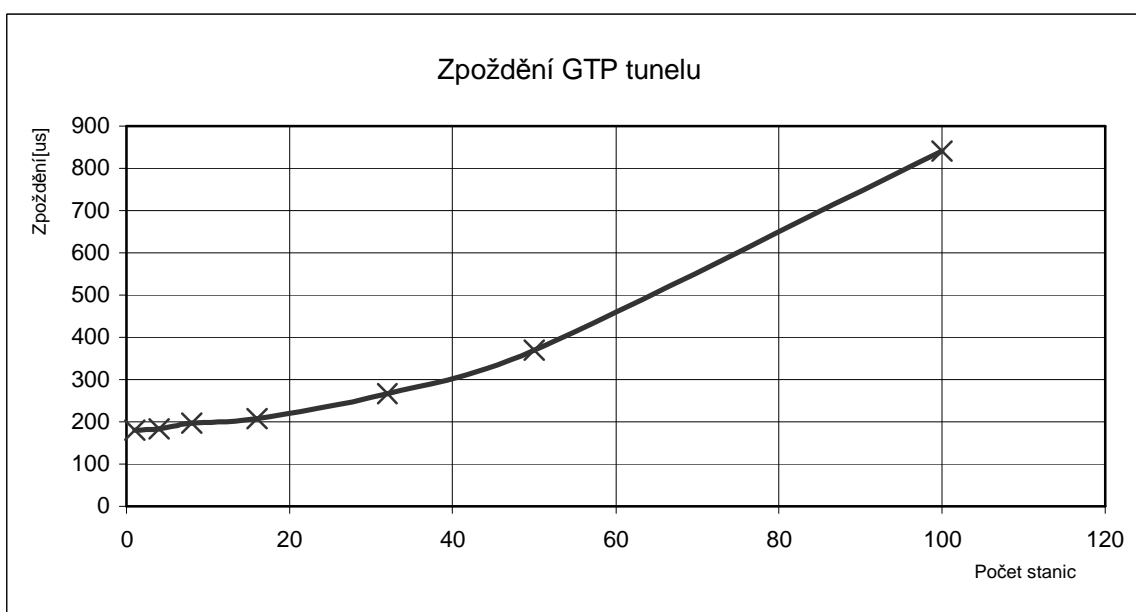
Rozlišení - 128x120 pixelů

Typ služby - Streaming multimedia



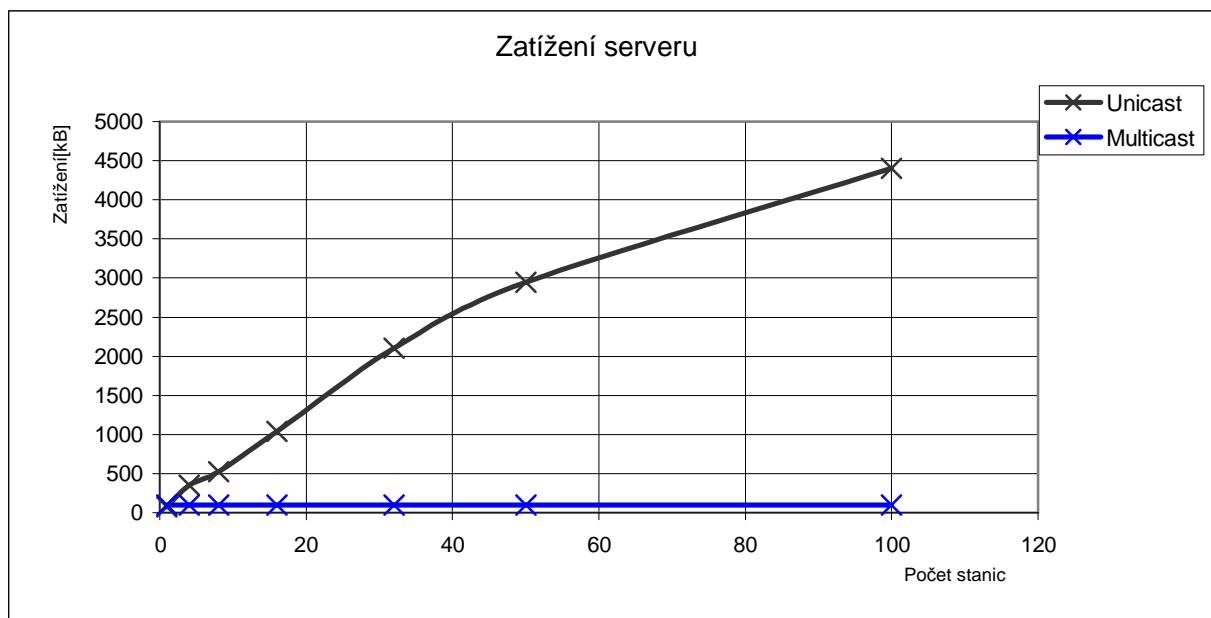
Obr. 5.5 Zatížení linky GGSN-SGSN

Na druhém grafu je zobrazeno zpoždění GTP tunelu mezi uzly GGSN a SGSN. Toto zatížení už nevzrůstá rovnoměrně s počtem účastníků. Zpoždění je při 8 účastnících 197 μ s, při 50 účastnících již 370 μ s. Při dalším zvyšování počtu účastníků (řádově tisíce) by zpoždění pouze v rámci přenosu mezi uzly GGSN a SGSN bylo v řádu desítek ms, což je velká hodnota vzhledem k celkové době průchodu dat od zdroje k jednotlivým účastníkům.



Obr. 5.6 Zpoždění v GTP tunelu mezi GGSN-SGSN

Na posledním grafu je zobrazeno zatížení serveru, ze kterého jsou vysílána data. Znovu podle předpokladu je vidět zvyšování zatížení úměrné počtu účastníků a tím neefektivní využití zdrojů serveru. Hodnota zatížení je při 8 účastnících 520 kbyte, při 50 již 2950 kbyte. U serveru je dalším problémem počet požadavků, které musí obsloužit. Při vysokém počtu účastníků vysílá stejná data každému účastníku zvlášť (dvoubodový spoj) a tím zbytečně vyčerpává svoje zdroje. V grafu je dále vidět přepokládaná hodnota zatížení při multicast přenosu.



Obr. 5.7 Zatížení serveru

5.2.2 Přenos VoIP

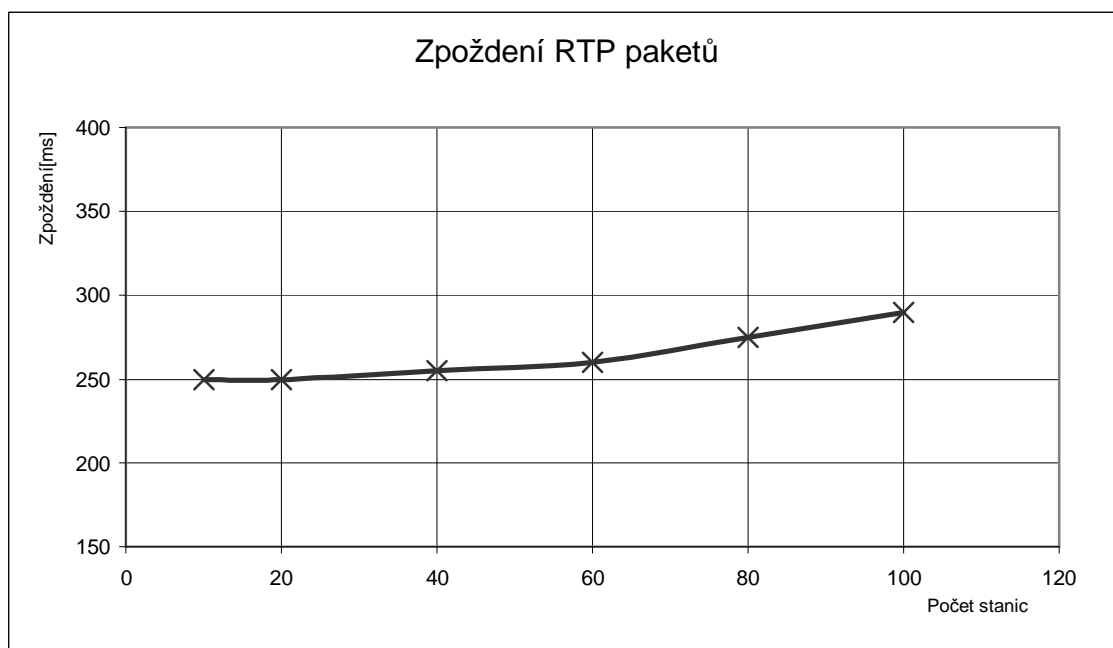
V této části jsem zkoušel přenos VoIP dat pomocí RTP protokolu. První graf ukazuje zpoždění RTP paketů. Zpoždění nevykazuje výrazný nárůst až do počtu 60 stanic, kde je hodnota 260ms. Od počtu 60 stanic vzrůstá zpoždění výrazněji, až k hodnotě 290ms při 100 stanicích.

Parametry přenášeného zvuku

Kvalita PCM

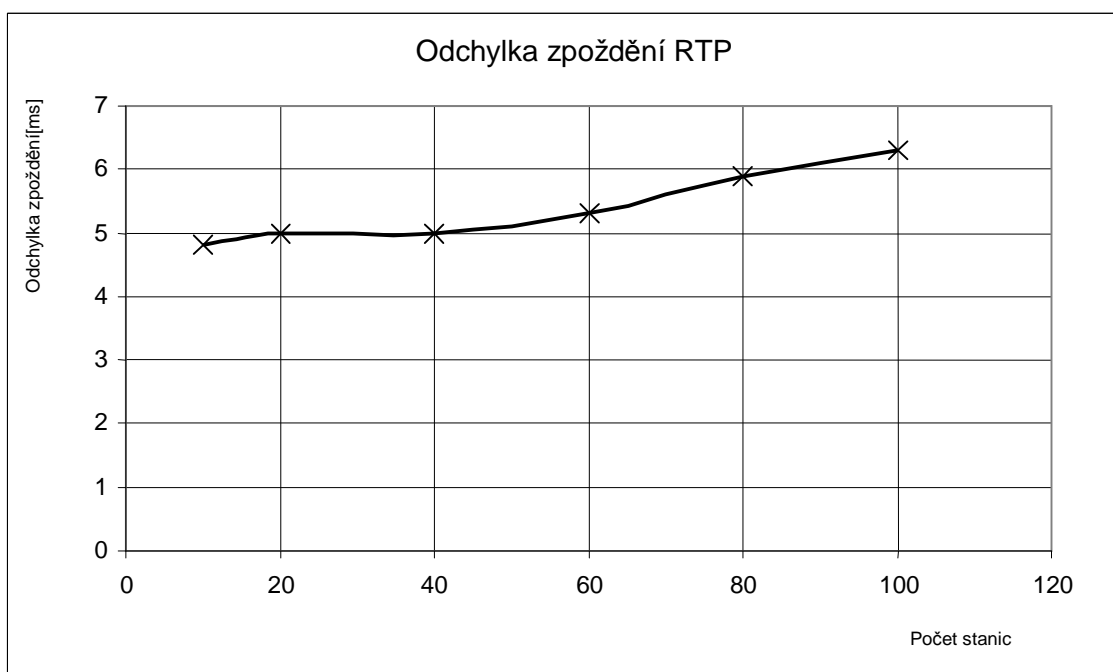
Kodér G.711

Typ služby – Interactive voice



Obr.5.8 Zpoždění RTP paketů

Na dalším grafu jsou zobrazeny odchylka zpoždění při přenosu RTP paketů. Odchylka zpoždění je zaznamenávána jako rozdíl zpoždění během běhu u jednotlivých streamů. Z grafu vyplývá, že do počtu 60 stanic je odchylka téměř konstantní, při dalším zvýšení počtu stanic mírně roste, až k hodnotě 6,3 ms při 100 stanicích.



Obr. 5.9 Odchylky zpoždění RTP

5.3 Podpora multicast přenosu

V prostředí Opnet není ve stávajících modelech UMTS síť vytvořena podpora pro multicast vysílání, protože jsou založeny na verzi UMTS relase 99. Chybí uzel BM-SC a s tím spojené řízení multicast vysílání v síti. V rámci projektu European IST Project B-BONE byl vytvořen simulátor MBMS přenosů pro Opnet Modeller verze 11.5. Kvůli problémům s instalací simulátoru se nepodařilo tento projekt ve školních verzích programu Opnet implementovat. Budou zde uvedeny hlavní změny, které byly uskutečněny na jednotlivých modelech sítě UMTS a také popsána realizace nového modelu BM-SC v programu Opnet.

5.3.1 GGSN

Funkce, které jsou potřeba v uzlu GGSN jsou rozděleny do dvou částí:

- Řídicí zprávy protokolu GTP-C pro podporu MBMS služby, změny u GTP tunelů, zacházení s IGMP zprávami a celková správa MBMS je řešena rozšířením *umts_gtp* Opnet modulu.
- Pro komunikaci s novým uzlem BM-SC byl vytvořen nový modul *diam_client*, který pracuje na tcp Opnet modulu.

Musela být udělána změna i v nabídce nastavení *IP Multicasting attributes*:

- Musí být povoleno multicast směrování a PIM-SM na rozhraní do prvku BM-SC.
- *PIM attributes* povolují PIM na rozhraní do BM-SC a také nastavují BM-SC jako statický RP bod.
- V položce IGMP je povoleno rozhraní do BM-SC a v nabídce *Membership Groups attribute* je umožněno přidat jeden záznam pro každou skupinu, která je vytvořena v síti.

Dále byly definovány jednotlivé zprávy GTP-C pro správu MBMS relací :

UmtsC_Gtp_MBMS_Notification_Request

UmtsC_Gtp_MBMS_Notification_Response

UmtsC_Gtp_MBMS_Notification_Reject_Request

UmtsC_Gtp_MBMS_Notification_Reject_Response

UmtsC_Gtp_MBMS_Deactivation_Request

UmtsC_Gtp_MBMS_Deactivation_Response

UmtsC_Gtp_Create_MBMS_Context_Request
UmtsC_Gtp_Create_MBMS_Context_Response
UmtsC_Gtp_Update_MBMS_Context_Request
UmtsC_Gtp_Update_MBMS_Context_Response
UmtsC_Gtp_Delete_MBMS_Context_Request
UmtsC_Gtp_Delete_MBMS_Context_Response
UmtsC_Gtp_MBMS_Registration_Request
UmtsC_Gtp_MBMS_Registration_Response
UmtsC_Gtp_MBMS_Deregistration_Request
UmtsC_Gtp_MBMS_Deregistration_Response
UmtsC_Gtp_MBMS_Session_Start_Request
UmtsC_Gtp_MBMS_Session_Start_Response
UmtsC_Gtp_MBMS_Session_Stop_Request
UmtsC_Gtp_MBMS_Session_Stop_Response

Pro každou tuto zprávu bylo definována typická struktura daná normou. Každá struktura obsahuje požadované pole zprávy, které není obsaženo v základní GTP zprávě.

Správa kontextů

MBMS kontext přenosu a MBMS UE kontext udržují cestu k jednotlivým skupinám a jednotlivým uživatelům, kteří se připojili k některé skupině. V struktuře pro správu skupin je uvedena skupinová IP adresa, MBMS kontext přenosu a ukazatel na seznam stanic. Každý záznam v seznamu stanic obsahuje adresu stanice, MBMS UE kontext a podporovanou třídu QoS, používanou při připojení do skupiny pomocí IGMP Join zprávy.

Tyto struktury jsou použity, když přijde IGMP Join zpráva a je vytvořen záznam v seznamu skupin (jestliže ještě není zaznamenán). Poté je vytvořen záznam v seznamu stanic. V této chvíli ještě není ustanoven žádný kontext, pouze proběhla IGMP signalizace. V této době již probíhá MBMS signalizace s pomocí BM-SC, který vytváří MBMS kontext přenosu, což vede k vytvoření samotného MBMS UE kontextu.

Pro přenosy multicast dat v síti je vytvořen mezi SGSN a GGSN jeden tunel pro každou skupinu. Multicast tunel v programu Opnet je jednoduchý prostor pro ukládání paketů vytvořený při startu relace a odstraněný při konci relace. Multicast tunel je identifikován pomocí TEID složeného z adresy skupiny, QoS skupiny a směr komunikace (vždy downlink).

Pro správu tunelů byl použita stávající správa jen s malými změnami způsobenými úpravou TEID. MBMS kontext přenosu obsahuje všechny potřebné informace pro směrování multicast dat k jednotlivým uzlům a účastníkům.

5.3.2 SGSN

Funkce, které jsou potřeba v uzlu SGSN jsou rozděleny do dvou částí:

- Řídicí zprávy protokolu GTP-C pro podporu MBMS služby, změny u GTP tunelů, zacházení s IGMP zprávami a celková správa MBMS je řešena rozšířením *umts_gtp* Opnet modulu.
- Řízení MBMS relace a funkce pro signalizaci s UTRAN jsou přidány do stávajícího modelu. Zahrnuje to komunikaci s GGSN, RNC a UE pro řízení a GTP přenosy, ustanovení multicast relace a přenosy do UTRAN.

SGSN signalizace se uskutečňuje se třemi uzly (GGSN, UE a RNC). Všechny pakety jsou vytvořeny na základě doporučení 3GPP. Interní i externí rozhraní jsou používány pro komunikaci s malými změnami. Vnitřní rozhraní je používáno pro komunikaci mezi *umts_sgsn* and *umts_gtp* moduly v RNC a GGSN. Vnější je použito pro komunikaci s UE a RNC.

Jsou vytvořeny následující zprávy:

umts_gtp to umts_sgsn

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_NOTIFICATION_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_CREATE_MBMS_CONTEXT_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_REGISTRATION_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_SESSION_START_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_DEACTIVATION_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_NOTIFICATION_REJECT_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_UPDATE_MBMS_CONTEXT_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_DELETE_MBMS_CONTEXT_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_DEREGISTRATION_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_SESSION_STOP_RESPONSE

umts_sgsn to umts_gtp

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_NOTIFICATION_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_CREATE_MBMS_CONTEXT_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_REGISTRATION_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_SESSION_START_REQUEST

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_DEACTIVATION_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_NOTIFICATION_REJECT_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_UPDATE_MBMS_CONTEXT_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_DELETE_MBMS_CONTEXT_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_DEREGISTRATION_RESPONSE

UMTSC_GTP_CMD_MBMS_SESSION_STOP_REQUEST

5.3.3 BM-SC

Model tohoto uzlu vychází z MBMS architektury definované 3GPP (TS 23.246 v6.4.0) pro signalizaci mezi GGSN a BM-SC v Gmb referenčním bodě. Tento uzel zajišťuje řízení MBMS transportní služby. Zahrnuje uživatelskou signalizaci a signalizaci MBMS transportní služby. Model vychází z stávajícího modelu *ethernet2_slip8_gtwy_adv*.

Signalizace MBMS transportní služby:

- GGSN ustanovuje MBMS kontext přenosu a registraci v BM-SC
- GGSN nebo BM-SC odstraňuje MBMS kontext přenosu a odregistrování GGSN z BM-SC.
- BM-SC indikuje start a stop relace do GGSN včetně parametrů

Uživatelská signalizace:

- BM-SC autorizuje aktivaci multicast služby uživatelem v GGSN.
- GGSN informuje o úspěšné aktivaci uživatelem do BM-SC a synchronizuje BM-SC UE MBMS kontext s stejným kontextem v SGSN a GGSN.
- GGSN oznamuje BM-SC o deaktivaci multicast relace uživatelem nebo ztrátou kontaktu.

- BM-SC inicializuje deaktivaci uživatelského kontextu, když je ukončena MBMS služba

5.3.4 UE

V modelu uživatelské stanici byly provedeny následující změny. Uživatel musí být informován o dostupné multicast službě v dané lokalitě. V buňce, kde je možný příjem MBMS služby, je oznámení o službě zodpovědné za distribuci informací o MBMS službě. Poté si uživatel vybere danou službu a připojí se ke skupině. UE node má některé nové vylepšení pro podporu MBMS. Změny se týkají možnosti přenosu v síti a příjmu MBMS služby UE. Změny byly provedeny u modelů *GMM*, *RLC_MAC* a *layer1_mgr*.

5.3.5 Nastavení směrování

Uzly SGSN a GGSN vycházející ze stávajících routerů pevných IP sítí. Nastavení podpory u těchto uzlů bude s malými změnami obdobné. V následujících obrazech uvádím nastavení jednotlivých položek.

+	VPN	
+	IP Routing Protocols	
+	Reports	
+	DHCP	
+	Legacy Protocols	
-	IP Multicasting	
?	- IGMP Parameters	[...]
?	- Immediate Leave Groups ACL	Not Configured
?	+	Timers
?	-	Interface Information
	-	Number of Rows
	-	IF0
?	-	Name
?	-	Status
?	-	Version
?	-	Membership Groups
	-	Number of Rows
	-	224.0.0.1
?	-	Address
?	+	Source Hosts

Obr. 5.10 Nastavení IGMP

Na obrázku 5.10 je vidět nastavení IGMP protokolu routeru pro multicast přenos. Zde se musí zvolit jedno rozhraní (IF0), povolit Status (Enable) a nastavit adresu skupiny (224.0.0.1). Na obrázku 5.11 je nastavení RP bodu. Adresa RP bodu se nastavuje u všech routerů v síti(i uzly GGSN a SGSN). V síti s podporou MBMS bude adresa nastavena na uzel BM-SC. Zde je ukázána statická konfigurace, ale je možné nastavit dynamický RP bod.

?	IP Multicasting	
?	⊕ IGMP Parameters	Not Configured
?	⊕ IP Multicast Parameters	Not Configured
?	⊕ MSDP Parameters	Not Configured
?	⊖ PIM Parameters	(...)
?	Status	Enabled
?	⊕ Interface Information (0 Rows)	(...)
?	⊖ Static RP Configuration	(...)
	Number of Rows	1
	⊖ 192.168.0.1	
?	Address	192.168.0.1
?	Override	Disabled
?	Version	2
?	⊕ Group Filter Configuration	Not Configured
?	Bidirectional	Disabled

Obr. 5.11 Nastavení RP bodu

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl popis implementace technologie multicast vysílání v sítích 3. generace UMTS. Dále dle možností simulačního prostředí Opnet Modeller analyzovat přenos multimediálních dat v síti UMTS.

Mobilní sítě 3. generace jsou primárně určeny pro přenos dat, a proto jsou struktura a mechanismy v síti na to uzpůsobeny. V současných 3G sítích je většina přenosů řešena dvoubodovými spoji, pro každého účastníka je vytvořen jeden nebo i více tunelů. Pro přenosy stejných dat několika účastníkům při příjmu, například v poslední době stále se více rozšiřující mobilní televize, je mechanismus spojení pro každého účastníka neefektivní vzhledem k omezené přenosové kapacitě sítě a možnostem zdrojového serveru. Proto skupina 3GPP začala pracovat na implementaci známého mechanismu skupinového vysílání z pevných sítí do mobilních sítí UMTS. Multicast vysílání je vysílání stejných dat určité skupině účastníků, kteří o ně mají zájem, jednou přenosovou cestou. Výsledkem je služba MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service), což je podpora broadcast a multicast přenosů v 3G sítích. Do dnešní doby ještě není dokončen vývoj a je na ní stále pracováno (poslední verze Release 7). Tato služba zavádí do sítě nové procedury a také jeden nový uzel. Tento uzel se nazývá BM-SC (Broadcast-Multicast Service Center) a má na starosti řízení multicast vysílání v síti. Obsahuje funkce, které jsou zodpovědné za správné doručení MBMS dat. Proto byly implementovány nové procedury, které jsou určeny pro správu relací. Každá procedura popisuje jednotlivou komunikaci mezi uzly pro zajištění požadované funkce (např. aktivace MBMS relace). Data jsou přenášena stávajícím přenosovým protokolem GTP (GPRS Tunneling Protocol).

V simulačním prostředí Opnet Modeller byla provedena analýza přenosu multimediálních dat přes UMTS síť. Nejprve byla provedena simulace přenosu video signálu při zvyšujícím se počtu účastníků. Výsledky dle předpokladu ukázaly při dvoubodovém spojení úměrné zvyšování zatížení v závislosti na počtu účastníků. Z toho také vyplývá zvýšení zpoždění mezi uzly GGSN-SGSN a zvyšování zatížení zdrojového serveru. U serveru je další problém udržování spojení pro každého účastníka. Současné modely v tomto simulačním prostředí nemají podporu multicast vysílání, a proto byla do grafů vyznačena předpokládaná hodnota zatížení při multicast vysílání. Jako další simulace byl přenos VoIP protokolem RTP při zvyšování počtu účastníků. Z výsledků vyplývá zvyšování zpoždění paketů a odchylky zpoždění při zvýšení počtu účastníků. Zvyšování není razantní díky menším nárokům na přenosové pásmo při přenosu VoIP.

Ze zjištěných a nasimulovaných výsledků vyplývá výhoda multicast vysílání v mobilních sítích 3G pro přenos například mobilní televize. V dnešní době však jen málo operátorů podporuje MBMS přenosy v síti a tak většina přenosů mobilní televize je řešena dvoubodovými spoji. Očekává se nárůst počtu zákazníků využívajících mobilní televizi, ale to díky omezené přenosové rychlosti nebudou jednotliví operátoři schopni dvoubodovými spoji zajistit.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] 3GPP, *TS 23.246 version 7.4.0 Release 7 Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS);Architecture and functional description* [online] 1996-2007
Dostupné z WWW: <www.3gpp.org>.
- [2] 3GPP, *TS 29.060 version 7.6.0 Release 7 GPRS Tunnelling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface* [online] 1996-2007
Dostupné z WWW: <www.3gpp.org>.
- [3] BAKHUIZEN Martin, HORN Uwe. *Mobile broadcast/multicast in mobile networks* [online]. 2005. Ericsson, Dostupné z WWW:
<www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2005_01/files/2005015.pdf>.
- [4] OPNET Technologies Inc.,[online], Opnet Modeller, OPNET Technologies Inc.
Dostupné z WWW <<http://www.opnet.com>>
- [5] 3GPP, *TS 25.346 version 7.5.0 Release 7 Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS);Protocols and codecs* [online] 1996-2007
Dostupné z WWW: <www.3gpp.org>.
- [6] CHIKARMANE Vineet, WILLIAMSON Carey L.,BUNT Richard B., MACKRELL Wayne L., *Multicast support for mobile hosts using Mobile IP:Design issues and proposed architecture* [online] 1998, Dostupné z WWW:
<<http://www.springerlink.com/content/k43705812p587511/>>
- [7] 3GPP, *TS 26.234 version 7.4.0 Release 7 Transparent end-to-end Packet-switched Streaming Service (PSS); Protocols and codecs*[online] 1996-2007
Dostupný z WWW: <www.3gpp.org>.
- [8] PUŽMANOVÁ Rita, *Mobilní TV letos nastoupí* [online] 2006, Dostupné z WWW:
<<http://www.dsl.cz/clanky-dsl/clanek-382/Mobilni-TV-letos-nastoupi>>
- [9] ALEXOU Antonio, BOURAS Christos, *Multicast in UMTS: evaluation and recommendations*[online] 2006, Dostupné z WWW:
<<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1364867&jmp=cit&coll=GUIDE&dl=GUIDE>>